2e ANNÉE N° 3 15 FÉVRIER 1891

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

A PROPOS DES LEÇONS DE GÉOMÉTRIE DE M. DARBOUX

Les gens qui veulent apprendre les mathématiques, non pour être en mesure de satisfaire aux exigences limitées d'une profession, mais pour les savoir, sont quelquefois bien embarrassés. En comptant les volumes déjà parus des grands journaux de mathématiques, des collections publiées par les académies et les diverses sociétés savantes, on dépasserait sans peine le nombre mille, et d'habitude, ces volumes sont très gros. Il y a là dedans beaucoup de mémoires admirables, que l'on relira toujours; il y a aussi quelque fatras : que l'on compte maintenant ce qui se publie chaque année dans les diverses langues de l'Europe et qu'il faudrait lire pour se tenir au courant, à supposer que l'on y fût déjà, et l'on ne manquera pas d'être effrayé : ajoutez à celà que ceux qui sont en mesure de lire au moins une partie de ces mémoires sont habituellement dévorés du désir d'en écrire d'autres eux-mêmes; supposez maintenant que cette activité scientifique continue et que, comme il est probable, elle s'accélère, et demandez-vous ce que ce sera dans deux ou trois siècles : la tête s'y perd. Remarquons en outre que les vrais et importants progrès dans le développement mathématique ne se font guère par ceux qui se sont enfermés dans un petit coin spécial, mais bien plutôt par ceux qui ont des vues d'ensemble, qui savent éclairer l'une par l'autre chaque partie de la science, et qui approchent de cette unité supérieure qui domine la multitude des vérités particulières, comme les lois générales de la physique dominent l'infinité des phénomènes. Il semble que la science mathématique, en se développant comme elle l'a fait, devrait nécessiter la division, la spécialisation des recherches : tout au contraire, ce développement même s'est fait en grande partie par la fusion de concepts qui paraissaient appartenir à des branches éloignées de la science. Dans la belle Notice sur Halphen que M. Brioschi a lue à l'Académie des Lincei, le savant italien s'exprime comme il suit : « La note caractéristique du progrès moderne des études mathématiques se trouve dans la contribution que chaque théorie spéciale, des fonctions, des substitutions, des formes, des transcendantes, et aussi la géométrie, apportent à l'étude de problèmes pour lesquels autrefois une seule de ces théories aurait semblé nécessaire. » Assurément, si cette vue synthétique de l'ensemble de la science n'était nécessaire qu'à ceux qui doivent réaliser de grandes découvertes, beaucoup de personnes, même sans avoir une modestie excessive, pourraient se consoler de ne pas avoir la culture étendue qu'elle exige ; mais en vérité la conception nette des rapports et de l'unité des diverses parties de la science est presque adéquate à l'intelligence même de cette science et cette culture étendue qui semble si difficile, il faut à tout prix l'acquérir.

A coup sûr, cela n'est pas impossible, et les termes mêmes du problème en font ressortir la solution; l'existence de concepts très généraux

AVIS. — M. C. Naud, auquel une importante situation vient d'être faite dans la librairie, va se trouver prochainement empêché de continuer ses fonctions de secrétaire à la *Revue*. Depuis la fondation du journal, M. Naud lui avait consacré tout son temps. C'est pour nous un devoir et un plaisir de le remercier ici de son précieux concours. M. Naud, ne pouvant plus nous le continuer comme secrétaire, nous le donnera, de temps à autre, comme collaborateur. L. O.

contenant d'innombrables vérités particulières, d'ordre très différent, nous assure qu'il est possible de posséder l'ensemble de ces vérités : et il est très remarquable que l'intelligence de ces concepts ne suppose en aucune façon les efforts extraordinaires qu'il a fallu pour y arriver : leur démonstration est souvent plus simple, plus voisine des principes, que la démonstration de telle vérité particulière qui a conduit à les découvrir : c'était précisément ce qu'il y avait de particulier dans cette vérité qui masquait la simplicité de la démonstration vraie. Il y a donc, dans le travail scientifique des siècles, une partie caduque : elle a été nécessaire historiquement, comme les mesures des physiciens ont été nécessaires à l'établissement des lois de la physique, comme les calculs dont Kepler raconte qu'il était presque rebuté ont été nécessaires à la découverte des lois qui ont rendu son nom immortel : ces calculs, il est assurément inutile de les recommencer. Cette caducité relative des recherches scientifiques, qui devrait contribuer à donner aux savants quelque modestie, en même temps qu'une idée plus haute du but impersonnel vers lequel ils conduisent lentement l'humanité, est la raison profonde de l'indifférence qu'ils éprouvent d'habitude, et parfois d'une façon bien exagérée, pour l'histoire de la science, qui est souvent l'histoire de ce qu'il convient d'oublier [1]. Mais, s'il est possible de s'instruire, comment y arrivera-t-on? Comment ceux qui étudient distingueront-ils les parties caduques, les livres et les mémoires qu'ils n'est pas nécessaire qu'ils lisent, ceux par lesquels il faut commencer, et ceux vers lesquels ils reviendront plus tard, mieux armés pour lutter avec leurs difficultés, ou simplement désireux de savoir comment on est parvenu à découvrir des vérités qu'ils possèdent déjà? Une première facilité leur était déjà offerte par les publications qu'ont commencées ou achevées les Académies, les Sociétés savantes, les États ou les particuliers, des œuvres des grands mathématiciens : les œuvres de Lagrange, de Laplace, de Gauss, d'Abel, de Jacobi, de Riemann, de Steiner, de Cauchy, de Lejeune-Dirichlet, de Fermat sont, les unes entièrement publiées, les autres en bonne voie. Quelques mathématiciens, encore heureusement vivants, ont même bien voulu présider eux-mêmes à la confection d'une édition définitive de leurs œuvres, dispersées dans des recueils que bien peu peuvent avoir à leur disposition : la postérité justifiera sans doute le jugement qu'ont porté sur la grande valeur de ces œuvres ceux qui ont poussé leurs auteurs à les réunir et l'on ne saurait trop souhaiter que l'exemple donné par M. Cayley fût suivi dans notre pays, au moins par le maître illustre à qui l'arithmétique, l'algèbre et la théorie des fonctions doivent des découvertes si fondamentales.

Quoi qu'il en soit, la publication des œuvres des grands géomètres est loin de suffire.

Sans doute, le contact avec le génie sera toujours utile, sans doute ces œuvres contiennent des mémoires achevés, définitifs, qu'il faudra toujours relire, tant qu'il y aura des géomètres; mais déjà la lecture de ces œuvres est une besogne effrayante pour un commençant, qui risque de s'y perdre, et, sur bien des points, les résultats obtenus par des hommes dont la plupart sont déjà « entrés dans l'histoire » ont été dépassés et de beaucoup, par des savants dont la gloire est moins consacrée.

Les livres qui sont indispensables aujourd'hui, si l'on veut que le travail scientifique s'étende et se poursuive, ce sont des livres d'ensemble, se suffisant à eux-mêmes et suscitant d'autres lectures par des renseignements bibliographiques assez complets, susceptibles d'être étudiés sans autre secours par ceux qui possèdent la forte culture élémentaire que donnent nos Facultés, tenus au courant des découvertes les plus récentes de la science et menant quelquefois leur lecteur jusqu'au point où il peut travailler lui-même sur un terrain encore inexploré, l'élevant assez haut pour qu'il ait des vues générales, lui fournissant assez de faits particuliers pour enrichir son esprit d'exemples sur lesquels il puisse s'exercer, lui montrant comment les sujets qu'il croyait rebattus peuvent être renouvelés, comment les vues des autres peuvent devenir des vues personnelles, lui donnant l'exemple de la façon dont on arrive à des vérités nouvelles, l'initiant au travail de la découverte, embrassant enfin un champ assez vaste et des points de vue assez divers pour exiger ou permettre l'emploi et le rapprochement de méthodes différentes.

Quelle science ne faut-il pas pour écrire un pareil livre, et quel désintéressement pour celui qui en est capable, de se résoudre à l'écrire au lieu de poursuivre des recherches personnelles où il ne peut manquer d'exceller et qui doivent l'attirer à chaque instant!

I

Cet idéal que j'essayais de tracer, il s'est présenté à mon esprit en lisant le livre dont M. Darboux a entrepris la publication sous le titre : *Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du calcul infinitésimal* [1]. L'œuvre est

[1] Je me place, bien entendu, au point de vue scientifique; au point de vue philosophique, au contraire, rien n'est plus important que l'histoire de la science, ou des idées, qui domine l'histoire de la civilisation.

[1] G. DARBOUX. *Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du calcul infinitésimal.* 1er et 2e volume, 1er fascicule du 3e volume. Paris, Gauthier-Villars, et fils, 1887-1890.

déjà considérable : deux volumes et un fascicule ont paru : on ne sait trop ce qu'il y faut admirer davantage, ou les recherches propres à l'auteur, ou l'extraordinaire richesse des informations, ou l'élégance toute personnelle avec laquelle sont exposés les travaux des autres, ou l'art de l'exposition, ou la hauteur des vues, ou l'abondance et l'intérêt propre des applications. Il ne saurait être question ici d'un compte rendu détaillé de l'œuvre de M. Darboux : la matière est trop spéciale ; je me contenterai d'en indiquer rapidement les grandes lignes.

Le premier volume débute par l'étude approfondie du déplacement d'un trièdre trirectangle ; cette étude, qui appartient à la cinématique, domine en fait une bonne partie de l'exposition adoptée par M. Darboux et permet de rapporter à une origine commune et d'obtenir avec une rare élégance les formules de la théorie générale des surfaces : c'est elle en particulier qui conduira, dans le second volume, au groupe de formules fondamentales dues à M. Codazzi et à toutes celles qui se rapportent au même objet. Cette même étude conduit aussi à la considération d'un système d'équations linéaires du premier ordre dont une intégrale s'obtient en égalant à une constante une fonction homogène et du second degré des inconnues : l'étude de ce système, dont l'intégration dépend d'une équation de Riccati, est aussi importante en mécanique qu'en géométrie. La définition de quelques surfaces par leurs propriétés cinématiques achève de mettre en lumière l'importance géométrique du déplacement d'une figure de forme invariable.

Les coordonnées curvilignes sont introduites en prenant pour point de départ la considération des *systèmes conjugués* dont l'importance ressort immédiatement, parce que la définition de ces systèmes est à la fois projective et dualistique. Une belle application de cette étude consiste à obtenir d'une façon presqu'immédiate les surfaces dont les lignes de courbure sont planes. Aux systèmes conjugués se rattachent immédiatement les lignes asymptotiques, chaque famille de lignes asymptotique étant conjuguée à elle-même. A cette étude se rattache aussi étroitement celle des systèmes orthogonaux et isothermes et le célèbre problème des cartes géographiques. Là se trouve mis en évidence le rôle essentiel que joue en géométrie la théorie des fonctions d'une variable imaginaire : l'auteur résume à ce propos les belles recherches de M. Schwarz sur la représentation conforme des aires planes. Le système orthogonal fourni par les lignes de courbure est l'objet d'une étude approfondie, tant en coordonnées rectilignes qu'en coordonnées tangentielles : on y prévoit déjà en particulier, par quelques belles propositions dues à l'auteur, le rôle fondamental que jouera l'équation de Laplace dans la théorie des surfaces. Signalons en passant un intéressant chapitre sur les coordonnées pentasphériques, dont l'emploi donne à la théorie analytique des lignes de courbure son véritable fondement : on y trouvera en particulier la belle proposition de M. Sophus Lie, qui rattache les lignes asymptotiques aux lignes de courbure.

Ce premier volume se termine par une étude détaillée des surfaces minima. Le beau problème posé par Lagrange intéresse à la fois la physique, la géométrie, la théorie des fonctions d'une variable imaginaire : il a été, dans notre siècle, l'objet d'admirables développements dus à Monge, à Legendre, à Riemann, à M. Bonnet, à M. Schwarz, à M. Sophus Lie, à M. Weierstrass, à M. Beltrami, et à bien d'autres géomètres éminents. Nul autre peut-être ne fait mieux ressortir la mystérieuse unité de la science, nul autre ne s'est trouvé avoir des liens plus étroits avec les progrès récents de l'Analyse, et l'on comprend bien que l'auteur s'y soit attaché avec une sorte de prédilection ; lui-même apporte une contribution capitale au problème étudié expérimentalement par Plateau dans le cas où le contour qui doit limiter la lame mince de liquide glycérique est formé par une chaîne de droites ou de plans, en montrant comment ce problème peut être entièrement résolu quand on sait former le *groupe* d'une certaine équation différentielle linéaire du second ordre.

II

Le second volume commence par des notions générales sur les congruences de courbes ou de droites : on y trouvera une élégante interprétation géométrique de cette méthode, due à Laplace, qui transforme l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} + a\frac{\partial z}{\partial x} + b\frac{\partial z}{\partial y} + cz = 0,$$

à laquelle le nom de l'illustre astronome est resté attaché, en une double suite d'équations de même forme, dont il suffit de savoir intégrer une pour que l'intégration de toutes les autres s'ensuive immédiatement. Cette double suite est aussi étudiée analytiquement avec détails ; M. Darboux donne, en particulier, la forme générale des équations de Laplace pour lesquelles la double suite se ferme d'un côté et de l'autre. M. Moutard avait obtenu des résultats analogues ; mais son mémoire a disparu en 1871 dans les incendies de la Commune, et M. Moutard n'a publié depuis, sur ce sujet, que des résultats partiels. Après avoir exposé les principaux résultats obtenus sur un cas particulier très important de l'équation de Laplace

par Euler, par Poisson, et plus récemment par M. Appell, M. Darboux montre comment Riemann a étendu aux équations linéaires aux dérivées partielles la notion d'équation adjointe que l'on doit à Lagrange pour les équations différentielles linéaires à une seule variable, comment l'illustre géomètre a fait dépendre l'intégration de l'équation de Laplace, le mot d'intégration étant entendu dans le sens, bien connu des physiciens, où interviennent des conditions aux limites, de la détermination d'une certaine solution de l'équation adjointe satisfaisant à des conditions relativement simples, et comment enfin il a réussi à déterminer cette fonction dans le cas de l'équation d'Euler. Une intéressante digression sur les propriétés de l'équation adjointe de Lagrange permet ensuite de compléter divers résultats donnés antérieurement sur l'équation de Laplace.

Les équations du type particulier

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} = \lambda z \tag{1}$$

sont l'objet d'une étude spéciale : l'une des plus belles propositions concernant ces équations est due à M. Moutard ; M. Darboux en fait ressortir toute l'importance par les conséquences diverses et quelquefois vraiment singulières qu'il en tire. Parmi les équations qui appartiennent au type précédent, les équations *harmoniques* où λ a la forme

$$\varphi(x+y) - \psi(x-y)$$

possèdent des propriétés analytiques extrêmement intéressantes, qui sont développées avec détail : le problème de reconnaître si l'équation (1) peut être ramenée à une équation harmonique rapproche l'auteur du domaine de la géométrie ; ce problème en effet est identique à celui-ci : reconnaître si l'élément d'une certaine surface peut être ramené à la forme

$$[\Phi(u) - \Psi(v)]\,(du^2 + dv^2),$$

considérée par M. Liouville et étroitement liée à la théorie des lignes géodésiques.

Parmi les applications géométriques que fait M. Darboux des théories qui viennent d'être analysées sommairement, je signalerai l'étude des surfaces à lignes de courbure isothermes, où les résultats fondamentaux sont dus à M. Christoffel, l'étude des trajectoires orthogonales d'un système de surface, celle, en particulier, des droites normales à une surface, qui donne à l'auteur l'occasion de revenir sur le beau théorème d'optique que l'on doit à Malus, l'étude des surfaces dont les plans principaux sont conjugués par rapport à une surface du second degré, étude qui est liée intimement au théorème d'Abel et qui fournit de belles généralisations des théorèmes de Chasles sur les polygones de périmètre maximum ou minimum inscrits ou circonscrits à l'ellipse, enfin l'étude des congruences de cercles et des systèmes cycliques.

Après ces applications, M. Darboux revient à la théorie générale des surfaces, pour établir, en partant des considérations cinématiques qui ont été développées au début, les formules de M. Codazzi ; il traite ensuite de la courbure normale et de la torsion géodésique, puis des lignes géodésiques ; celles-ci nous rapprochent de la mécanique et c'est à cette science que sont consacrées les trois derniers chapitres du volume. Le lecteur ne pourra manquer d'éprouver un vif plaisir en voyant de quel jour s'éclairent les propositions générales de Jacobi et d'Hamilton en se plaçant au point de vue géométrique où le conduit M. Darboux.

III

Du troisième volume le premier fascicule seul est paru.

La détermination des lignes géodésiques d'une surface dont on donne l'élément linéaire dépend, d'après la proposition générale de Jacobi sur les équations de la dynamique, amplement étudiée dans les chapitres précédents, de la détermination d'une solution contenant une constante arbitraire d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre : Jacobi lui-même a indiqué un artifice ingénieux qui réussit assez souvent et qui réussit en particulier, comme l'a montré M. Liouville, dans le cas où l'élément linéaire a la forme qui a été signalée un peu plus haut : c'est en particulier, le cas des surfaces du second ordre. D'autres méthodes, plus générales et plus régulières sont développées par M. Darboux : M. Massieu, Bour, M. Bonnet, M. Maurice Lévy ont étudié les cas où l'équation aux dérivées partielles admet des intégrales d'une forme simple donnée à priori. M. Darboux rattache quelques-unes de ces recherches à la solution du beau problème de M. Beltrami : Étant donnée une surface, peut-on la représenter sur le plan de telle manière que les lignes géodésiques de la surface correspondent aux différentes droites du plan ? Bien d'autres questions se posent à propos de ces lignes géodésiques : signalons seulement l'étude si importante de la courbure géodésique, l'examen approfondi du problème du plus court chemin entre deux points d'une surface et la théorie des triangles géodésiques, dont Gauss a posé les fondements dans les admirables *disquisitiones circa superficies curvas*.

M. Darboux aborde ensuite le problème de la déformation des surfaces. Il prend pour point de départ la notion des paramètres différentiels, d'après M. Beltrami, et montre en particulier comment elle conduit à la définition d'une fonction

complexe sur une surface pareille à la définition habituelle sur un plan. Il établit ensuite comment la considération des paramètres différentiels permet d'obtenir la solution du problème fondamental de la théorie : Reconnaître si deux surfaces sont applicables l'une sur l'autre, ou si deux formes de l'élément linéaire sont équivalentes. A cette question se relie celle-ci, non moins essentielle : déterminer toutes les surfaces ayant un élément linéaire donné; cette détermination dépend d'une équation aux dérivées partielles du second ordre. M. Darboux, reprenant les principes du mémoire de Gauss, montre comment on peut en tirer un système de formules équivalant à celles de M. Codazzi et comment de ces formules on aurait pu tirer l'équation aux dérivées partielles. Il donne ensuite diverses autres méthodes pour parvenir à cette équation, celle en particulier qu'il avait fait connaître en 1872, dans son beau mémoire *sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques*.

L'étude de cette équation fournit à M Darboux l'occasion de préciser la notion des courbes dites carastéristiques, d'après Monge, qui interviennent dans l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre : dans le cas particulier, ces caractéristiques sont les asymptotiques de la surface qu'on déforme, d'où le rôle essentiel de ces lignes dans la théorie de la déformation.

Enfin le dernier chapitre, interrompu dans le fascicule, se rapporte à la déformation des surfaces gauches.

J'aurai atteint mon but si l'analyse très sommaire qui précède a pu donner aux lecteurs de la *Revue* quelque idée de la richesse des matières mises en œuvre dans le livre de M. Darboux, de la variété et de l'importance des méthodes employées, et du service extraordinaire qu'il a rendu à tous ceux qui aiment les mathématiques, en mettant à leur portée sa science profonde. Espérons que l'exemple qu'il a donné trouvera des imitateurs. On dit que M. Émile Picard prépare un traité général sur la théorie générale des équations différentielles. Il y a tout lieu de croire que son livre sera, lui aussi, un de ces livres *indispensables* dont je parlais en commençant. Rien ne peut mieux honorer notre pays qu'une pareille *littérature*, qui, dans l'état actuel de la Science, vient véritablement à son heure.

Jules Tannery
Sous-directeur des études scientifiques à l'École normale supérieure.

LA PRESSION OSMOTIQUE ET LA PHYSIOLOGIE DE LA CELLULE

LES VACUOLES DES CELLULES VÉGÉTALES

On sait que la plupart des cellules végétales adultes sont constituées (fig. 1, A, page 70) par une membrane de cellulose *a*, une couche de protoplasma *b* contenant des plastides, un noyau *c* et une grande vacuole *d* remplie d'une solution complexe à laquelle on donne le nom de suc cellulaire. Cette cavité à contenu liquide occupe souvent la presque totalité de la cellule; elle est entourée de tous côtés par une couche de protoplasma et en dehors de celle-ci par la membrane cellulosique. Le protoplasma jouit de la propriété singulière d'être perméable à l'eau tout en étant presque complètement imperméable aux substances dissoutes. Il constitue donc une de ces parois que les physiciens appellent semi-perméables.

Grâce aux travaux de MM. Pfeffer, Van't Hoff, Arrhénius, etc. magistralement exposés par M. Etard dans cette *Revue* (n° du 15 avril 1890, page 193), on sait qu'une solution entourée de toutes parts par une membrane semi-perméable exerce sur cette paroi une pression variable. Ce sont uniquement les molécules dissoutes dans le liquide qui déterminent cette pression. Cette théorie purement physique s'applique entièrement aux phénomènes qui se passent dans la cellule végétale. En effet, cette dernière contient une solution complexe entourée complètement par une paroi semi-perméable, l'utricule protoplasmique.

I

Dès lors, que doit-il arriver lorsqu'une cellule est plongée dans l'eau? Les molécules dissoutes dans le suc cellulaire exercent sur la membrane de protoplasma une pression qui a pour premier effet de distendre l'utricule protoplasmique et de la presser fortement contre l'enveloppe de cellulose. Si celle-ci était aussi extensible que le protoplasma, l'accroissement de la cellule se poursuivrait jusqu'à la rupture. Mais il n'en est pas ainsi : l'enveloppe est peu extensible; elle est par contre très élastique. Il arrive donc bientôt un moment où sa tension fait équilibre à la pression osmotique. Depuis ce moment plus d'augmentation de volume : la cellule est *turgescente*. La pression interne qui

s'exerce dans la cellule peut dans certains cas atteindre des valeurs très élevées, allant jusqu'à une vingtaine d'atmosphères.

Si au contraire la solution qui baigne la cellule

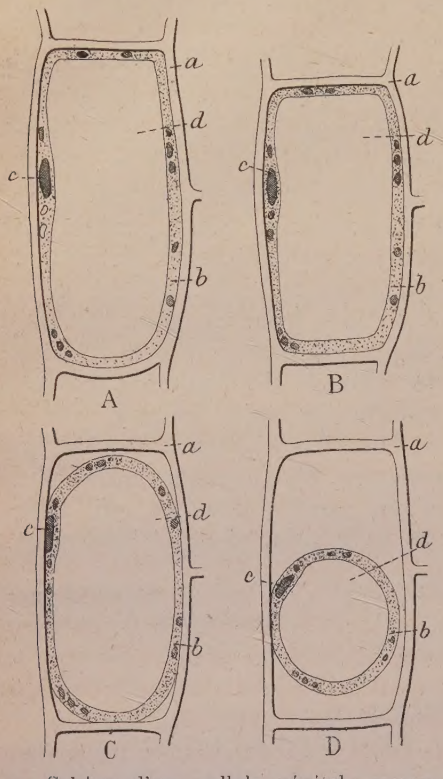


Fig. 1. — Schéma d'une cellule végétale pourvue d'une grande vacuole : A, normale ; B, C, D aux divers stades de la plasmolyse provoquée par une solution diluée de nitrate de potasse (d'après M. Hugo de Vries). — *a*, membrane de cellulose ; *b*, couche protoplasmique ; *c*, noyau ; *d*, grande vacuole.

est suffisamment concentrée, l'eau du suc cellulaire traverse la couche du protoplasma et quitte la cellule ; le volume de celle-ci diminue et sa membrane se relâche (fig. 1, B). Puis, à mesure que la sortie de l'eau se poursuit, le protoplasma ne remplit plus entièrement l'espace délimité par la membrane revenue sur elle-même, et l'on voit le protoplasma se détacher de son enveloppe de cellulose (fig. 1, C). Bientôt l'ensemble de la vacuole, du noyau et du protoplasma avec toutes ses enclaves, est réduit à une masse arrondie (fig. 1, D). L'ensemble de ces phénomènes a reçu le nom de *plasmolyse*. Comme le protoplasma est sensiblement imperméable aux substances dissoutes, l'eau seule abandonne la cellule, et le suc cellulaire se concentre ; ainsi s'établit l'équilibre entre la concentration du suc cellulaire et celle de la solution extérieure. Dès cet instant l'élimination de l'eau cesse.

Un appareil très simple a été employé par M. le professeur Errera [1] pour démontrer d'une façon assez parfaite le mécanisme de la turgescence et de la plasmolyse. Cet appareil se compose (fig. 2) d'une ampoule de caoutchouc *a* entourée d'un solide réseau en fil de soie *b*. En insufflant de l'air dans cette ampoule, on la voit s'appliquer contre le réseau et le tendre à son tour. Mais celui-ci, peu extensible, s'oppose bientôt à tout accroissement nouveau de volume, et le système est tendu, rigide, turgescent. L'air insufflé représente le suc cellulaire ; l'ampoule

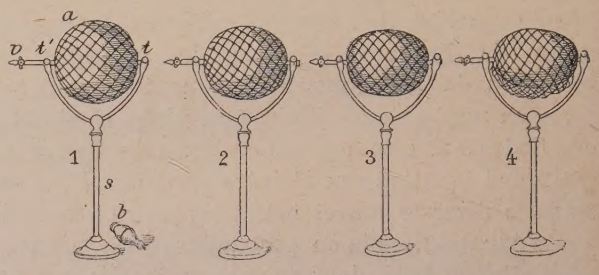


Fig. 2. — Appareil de M. Léo Errera pour représenter les phénomèmes de plasmolyse. — 1, appareil gonflé ; 2 et 3 montrent les phases successives du dégonflement, jusqu'à la plasmolyse (4). — *a*, ampoule en caoutchouc avec réseau en fil de soie ; *t*, *t'*, tubes ; *v*, robinet ; *s*, support métallique ; *b*, insufflateur.

de caoutchouc, l'utricule protoplasmique très extensible et de faible élasticité ; enfin le réseau de soie, la membrane de cellulose peu extensible et à forte élasticité. Si nous laissons maintenant échapper lentement l'air contenu dans l'ampoule, le réseau de soie et le ballon de caoutchouc suivent d'abord ensemble la diminution de volume de l'air et restent appliqués l'un sur l'autre. Bientôt le réseau est arrivé à ses limites naturelles ; mais le caoutchouc continue à revenir sur lui-même, et se détache par conséquent du filet de soie : ainsi en est-il quand, dans la cellule, la plasmolyse a lieu.

Dans l'accomplissement de ces phénomènes cellulaires le rôle principal est évidemment dévolu à l'utricule protoplasmique. Mais celle-ci n'a pas une structure homogène. Elle est limitée aussi bien en dehors, contre la membrane de cellulose, qu'en dedans, du côté de la vacuole, par une mince couche hyaline. La zone granuleuse intermédiaire renferme un grand nombre d'éléments variés : noyau, grains d'amidon, grains de chlorophylle, etc., dont nous n'avons pas à nous occuper. On admet, en effet, que ce sont précisément les deux couches hyalines qui interviennent dans les échanges de liquides.

II

M. Hugo de Vries attribue à la couche limitante interne, c'est-à-dire à la paroi des vacuoles, une existence propre ; il la considère comme un organe différencié au même titre que les plastides ou leucites et lui donne le nom de *tonoplaste*. Cette théorie est basée principalement sur deux ordres de faits : 1° le tonosplate peut être isolé

[1] L. Errera. *Sur des appareils destinés à démontrer le mécanisme de la turgescence et les mouvements des stomates.* Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique. 3e série, t. XVI, p. 458, 1888.

du restant du corps protoplasmique et on peut le conserver vivant alors que tous les autres organes de la cellule sont morts ; 2° les tonosplates naissent toujours par division d'un tonoplaste antérieur.

Pour isoler les tonoplastes M. de Vries [1] plonge la cellule dans une solution de nitrate de potassium à 10 % légèrement colorée en rose par l'éosine. Une algue vulgaire, le *Spirogyra nitida* (fig. 3), con-

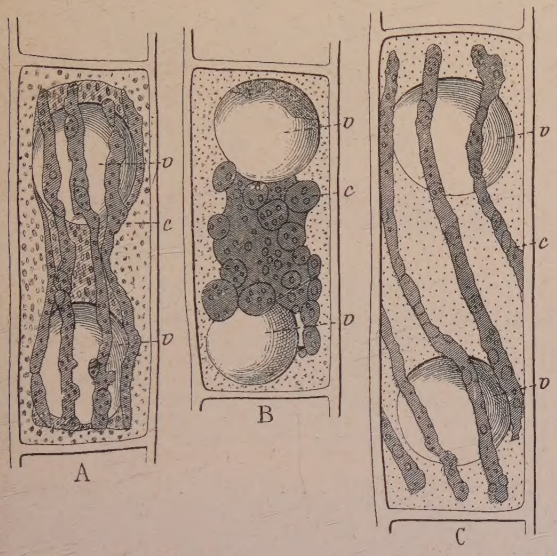


Fig. 3. — Cellules de *Spirogyra nitida* plongées dans une solution concentrée de nitrate de potassium contenant un peu d'éosine. — *c*, bandes de chlorophylle ; *v*, vacuoles ; — A, la contraction du protoplasma a été faible. La vacuole unique de la cellule normale s'est divisée ; B, le protoplasma s'est contracté davantage. Les bandes chlorophylliennes se sont désagrégées. La vacuole supérieure porte un peu de protoplasme mort ; C, la cellule a été tuée dès son immersion dans la solution : le protoplasma n'a pas subi de contraction ; les bandes chlorophylliennes ont conservé leur position normale. Dans ces trois figures, les vacuoles sont restées partout incolores et vivantes, tandis que le reste de la cellule se colorait par l'éosine. Le noyau cellulaire n'est pas représenté. (D'après M. de Vries.)

vient tout particulièrement à ces expériences. Sous l'influence de ce liquide, la turgescence disparaît ; le corps protoplasmique se contracte et ne tarde pas à se colorer en rouge, ce qui démontre qu'il est mort. On voit apparaître alors, soit à l'intérieur du protoplasma, soit sur ses bords, une ou plusieurs vésicules claires remplies de suc cellulaire et entourées d'une membrane hyaline et incolore. Ces vésicules dérivent de la vacuole que contenait la cellule de Spirogyre. Le protoplasma, en se contractant, les expulse ordinairement de sa masse et il arrive même à ne plus avoir aucun rapport avec elles. Chose singulière, la paroi de ces vacuoles est restée incolore alors que le noyau et le protoplasma tout entier sont imprégnés d'éosine ; seule dans le contenu cellulaire, elle s'est maintenue en vie. Dans de bonnes conditions, les vacuoles ainsi isolées peuvent persister pendant plusieurs jours après la mort du protoplasma et l'on peut faire sur elles les diverses expériences de tension osmotique ; elles augmentent de volume lorsque la concentration du liquide extérieur devient moindre ; elles se contractent, au contraire, quand on remplace cette solution par une autre plus concentrée. Ces résultats ne s'obtiennent d'une façon bien nette qu'avec des tonoplastes récemment isolés. En effet, la vitalité de ces organes s'affaiblit peu à peu dans la cellule morte et au bout d'un temps variable ils sont devenus perméables aux substances dissoutes. La mort lente et graduelle de la paroi des vacuoles peut être activée par des poisons, tels que l'iode, le chlorure mercurique, le sulfate de cuivre, l'éther, etc.

Nous avons vu antérieurement que dans chaque cellule de spirogyre se produisent d'ordinaire plusieurs vacuoles hyalines. Or il est de règle que ces cellules ne contiennent à l'état normal qu'une seule grande cavité à suc cellulaire. Lors de l'immersion de l'élément dans la solution de nitrate de potassium à 10 %, la vacuole s'étrangle d'ordinaire en son milieu et se divise finalement en deux vacuoles-filles qui peuvent à leur tour se diviser. Nous assistons donc ici à la multiplication de ces organes (fig. 3, A, B, C).

Ces divers faits conduisirent M. H. de Vries à admettre que le tonoplaste forme dans la cellule végétale un organe différencié du protoplasma. Par ses caractères de semi-perméabilité, il se rapproche de la couche limitante externe du protoplasma, mais il résiste beaucoup mieux qu'elle aux influences nocives. Tandis que cette dernière a pour fonction essentielle de sécréter la membrane de cellulose, le tonoplaste sécrète les matériaux du suc cellulaire. L'un et l'autre sont des organes spéciaux qui ne prennent naissance que par division, absolument comme les plastides.

A l'appui de sa thèse, M. H. de Vries apporte principalement des preuves fournies par l'étude plasmolytique du tonoplaste. D'autre part, M. Went [1] s'est occupé surtout de la division. Il a d'abord étudié les cellules très jeunes du point végétatif d'un certain nombre de plantes. En employant la méthode de M. H. de Vries qui consiste à tuer tout le protoplasme en ne laissant intacts que les tonoplastes, il a montré que ceux-ci existent déjà dans des cellules jeunes où il n'y a pas encore de traces de suc cellulaire. Ils s'y présentent sous forme de petits organes disséminés dans le protoplasme. Plus tard lorsque la cellule com-

[1] H. de Vries. *Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen.* Jahrbücher f. wissensch. Botanik. Bd. XVI, S. 465, 1885.

[1] F. A. F. C. Went. *Les Premiers États des vacuoles*, Arch. Néerland. d. sciences exactes et naturelles. T. XXI, p. 283, 1887.

mence à croître, une gouttelette de suc est sécrétée dans chacune de ces granulations et à mesure que l'élément tout entier augmente de volume, les vacuoles nouvellement formées se dilatent jusqu'à venir au contact les unes des autres. La cellule offre alors un aspect écumeux caractéristique. Dès ce moment les vacuoles se fusionnent peu à peu et ainsi se constitue finalement la grande vacuole centrale qui remplit presque entièrement la cellule adulte. Les petites vacuoles virtuelles qui existaient dans les jeunes cellules du point végétatif naissent toujours par division des vacuoles préexistantes.

Dans un second travail [1] M. Went rapporte ses expériences antérieures, puis il montre que des vacuoles pathologiques peuvent se former au sein du protoplasme dans diverses conditions; elles n'ont pas de tonoplaste et doivent être considérées comme des produits de désorganisation du protoplasme.

Voici les conclusions que l'auteur tire de ces deux travaux : « 1° Toutes les cellules végétales vivantes contiennent des vacuoles (sauf, peut-être, les Spermatozoïdes, les Cyanophycées et les Bactéries). 2° Toutes les vacuoles d'une plante proviennent par voie de division de la vacuole de l'oosphère de la plante-mère. Les tonoplastes se trouvent donc, comme organes du protoplasme, sur la même ligne que les noyaux et les chromatophores. Les vacuoles normales ne se forment jamais aux dépens du protoplasme. »

III

On a objecté à M. Went que dans les cellules reproductrices des algues, les vacuoles ne peuvent certainement pas naître par division. Dans un dernier mémoire [2] cet auteur s'est efforcé de montrer que la théorie de M. de Vries était entièrement applicable à ces vacuoles. Ses observations sont très nombreuses; en voici un exemple : la cellule-mère des zoospores d'une algue marine, le *Codium tomentosum* (fig. 4) possède une grande vacuole centrale (fig. 4, A). A un deuxième stade, la vacuole est étranglée au milieu, puis elle se divise (fig. 4, B). Plus tard, le morcellement de la vacuole primitive donne naissance à un nombre de plus en plus considérable de vacuoles-filles jusqu'à ce qu'enfin il y en ait une pour chacune des jeunes zoospores (fig. 4, C). Pendant que se poursuivent ces multiples subdivisions, l'une des premières vacuoles-filles reste intacte au fond de la cellule primitive (fig. 4, *v'*). Lorsque les zoospores sont mûres, cette vacuole se dilate énormément et expulse ainsi les éléments reproducteurs. D'après M. Went, chacune des vacuoles des zoospores provient donc de la vacuole primitive.

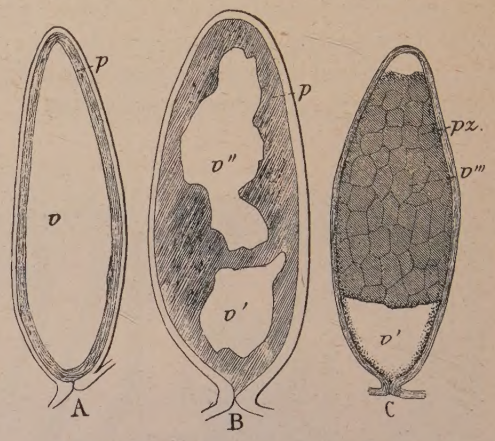


Fig. 4. — Cellules-mères des zoospores du *Codium tomentosum*. A, cellule jeune; *p*, protoplasma; *v*, vacuole centrale; B, la vacuole s'est divisée en donnant deux vacuoles-filles : *v'* et *v''*, *p*, protoplasma; C, *p*, *z*, le protoplasma s'est divisé en un grand nombre de zoospores dont chacune est pourvue d'une petite vacuole (*v'''*) dérivant de la vacuole *v''* de la figure précédente. La vacuole *v'* est restée indivise. (D'après M. Went.)

Cette conclusion a été attaquée par M. Klebs [1]. Pour cet auteur, le fait n'est pas aussi général. Ainsi, chez une algue assez répandue dans l'eau courante très aérée, l'*Hydrodictyon*, la vacuole qui se trouve au fond de la cellule-mère des zoospores, lors de la maturité de celles-ci, représente en son entier la vacuole primitive de cette cellule, et les vacuoles des zoospores elles-mêmes paraissent se former sans sa participation.

Malgré cette objection, il reste acquis que dans beaucoup de cas les vacuoles naissent par division. Même chez l'*Hydrodictyon*, il est possible que les résultats négatifs ne soient dus qu'à la difficulté de l'observation.

Mais un travail récent de M. Pfeffer [2] vient tout remettre en question. Par des recherches très nombreuses et très bien faites, ce botaniste établit qu'on peut sur les Myxomycètes, particulièrement chez le *Chondrioderma difforme* (fig. 5), faire naître une vacuole partout où on le désire. Les Myxomycètes sont des champignons en quelque sorte *sarcodaires* à peu près uniquement composés de masses protoplasmiques *nues*, sans enveloppe de cellulose (voir fig. 5). Pour y créer des vacuoles on plonge la masse protoplasmique dans une solution saturée d'un corps peu soluble et con-

[1] F. A. F. C. Went. *Die Vermehrung der normalen Vacuolen durch Theilung.* Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd XIX, S. 295. 1888.

[2] F. A. F. C. Went. *Die Entstehung der Vacuolen in den Fortpflanzungszellen der Algen.* Ibid. Bd XXI, S. 299, 1890.

[1] G. Klebs. *Einige Bemerkungen über die Arbeit von Went « Die Entstehung den Vacuolen in der Fortpflanzungszellen der Algen. »* Botanische Zeitung, 29 August 1890. Voyez plus loin p. 86.

[2] W. Pfeffer. *Zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vacuolen, nebst etc.* Abhandl. d. math.-phys. Classe der Königl. Sächsischen Gesellschaft d. Wissensch. Bd. XVI, S. 185, 1890.

tenant de très petits fragments de ce même corps. L'expérience réussit le mieux avec la solution saturée à froid d'asparagine. Après une phase de contraction, le protoplasme reprend ses mouvements de reptation et il absorbe par sa surface des particules d'asparagine qui sont lentement transportées vers l'intérieur du corps. Lorsque l'organisme a ainsi incorporé un nombre suffisant de particules solides, on le replace dans l'eau. L'asparagine dissoute qui imprégnait le plasmode est éliminée par suite de la diffusion, et les petits fragments solides de cette substance peuvent se dissoudre. Aussitôt on voit se former autour de cha-

Fig. 5. — Portion de *Chondrioderma difforme* ayant absorbé des fragments cristallins d'asparagine. Autour de chaque particule s'est formée une vacuole. (D'après M. Pfeffer.

cun de ceux-ci, une petite vacuole dont le volume croît progressivement jusqu'à la complète dissolution du fragment. Ce n'est que dans des cas assez rares que les particules sont de nouveau excrétées par la surface du corps. La production et l'accroissement de ces vacuoles sont évidemment dues à la tension osmotique exercée par l'asparagine dissoute. Ce qui le prouve, c'est que l'augmentation de volume des vacuoles est très rapide lorsque la température s'élève : la solubilité de l'asparagine augmente ; sa tension osmotique et par conséquent les dimensions des vacuoles suivent la même progression.

Ces vacuoles prennent aussi naissance autour des particules de gypse qui ont été ingérées par les plasmodes déposés dans une solution saturée de ce sel. En raison de la faible solubilité de ce corps, les vacuoles se forment lentement et n'atteignent jamais que de faibles dimensions.

M. Pfeffer a pu aussi produire des vacuoles en faisant absorber au Myxomycète des sphéro-cristaux de vitelline. Cette substance, tout en étant presque totalement insoluble dans l'eau, se dissout assez bien dans le liquide protoplasmique. On peut, en colorant d'abord la vitelline par le bleu d'aniline, obtenir autour des sphéro-cristaux ainsi préparés des vacuoles teintées en bleu qui persistent pendant plusieurs jours.

Les vacuoles formées par l'un quelconque de ces procédés se comportent dans toutes leurs manifestations comme des vacuoles normales. Elles se divisent et donnent naissance à des vacuoles-filles ; lorsque deux d'entre elles se touchent, on les voit parfois se fusionner. Les plus petites présentent des pulsations, absolument comme les petites vacuoles qui existent normalement chez les Myxomycètes. Leur volume diminue lorsqu'on plonge le plasmode dans une solution concentrée. Un point reste pourtant douteux. M. Pfeffer n'est jamais parvenu, par le procédé de M. H. de Vries, à isoler la paroi d'une de ces vacuoles artificielles.

Ces expériences mettent hors de doute que chez les Myxomycètes des vacuoles peuvent se former mécaniquement au sein du protoplasma.

L'auteur a pu suivre la régénération de la couche limitante externe du Myxomycète aux dépens du protoplasma, et même la transformation de cette couche en paroi de la vacuole. Il conclut en disant que probablement les couches hyalines qui limitent le protoplasma du côté de l'extérieur et du côté des vacuoles n'ont aucune autonomie, et qu'elles représentent une portion de protoplasma d'où les granulations se sont retirées.

La théorie de M. de Vries et celle de M. Pfeffer sont-elles aussi contradictoires qu'elles la paraissent ? Nous pensons que, si chez des organismes aussi inférieurs que les Myxomycètes, la spécialisation du protoplasma n'est pas opérée, si chez eux une portion quelconque peut indifféremment fonctionner comme paroi des vacuoles ou comme couche limitante externe, rien ne prouve qu'il en soit de même pour les cellules hautement différenciées des plantes supérieures. Nous voyons partout, lorsque nous parcourons la série des êtres vivants, que des fonctions primitivement diffuses ou remplies par une partie quelconque du corps, se localisent en devenant l'apanage exclusif d'organes déterminés, mieux adaptés à ce but spécial.

Jean Massart,

Docteur ès sciences
de l'Institut Solvay (Université de Bruxelles).

LES IDÉES MODERNES SUR LA THERMOMÉTRIE

Il y a quelques années à peine, le mot *métrologie* n'était compris que par son sens étymologique. Aujourd'hui la science qu'il désigne s'affirme nettement; elle se sépare de la physique générale, à laquelle elle emprunte la connaissance expérimentale de la Nature, tandis que ses méthodes ont été créées de toutes pièces, ou puisées à un état plus ou moins avancé dans les sciences les plus anciennement exactes, dans l'Astronomie en particulier.

La Métrologie est la science des mesures. Rigoureusement, ce n'est pas une science : c'est un ensemble de méthodes. Mesurer n'importe quoi avec précision, tel est son but; c'est, comme on le voit, de l'art pour l'art. Un métrologiste détermine la longueur d'une règle, sa dilatation, les défauts de ses subdivisions; il mesure la masse d'un morceau de métal ou cherche les corrections d'un thermomètre; puis, cela fait, il abandonne la règle, qui servira à un géodésien, ou le thermomètre dont un physicien tirera profit dans ses recherches.

Présentée ainsi dans son squelette, la Métrologie doit paraître à l'esprit non prévenu la plus ingrate et la plus stérile des sciences. Cependant, en y regardant de plus près, on est étonné de la diversité des méthodes qu'elle emploie, ainsi que de la complication des problèmes qu'elle attaque et qu'elle parvient à résoudre. Les phénomènes en apparence les plus simples et les plus élémentaires sont toujours accompagnés d'une foule de phénomènes accessoires, qui troublent le résultat principal, et que la physique ordinaire élimine du mieux qu'elle peut par ce que l'on nomme l'expérience. La Métrologie effectue l'épuration plus complète, ou, que l'on me permette cette comparaison, elle opère comme une nouvelle distillation fractionnnée d'un résidu que la physique ordinaire renferme dans un terme général, *causes d'erreurs;* des phénomènes qui avaient échappé au physicien se révèlent au métrologiste, qui cherche à les isoler et à établir leurs lois. La Métrologie devient alors, par les résultats qu'elle met au jour, une physique supérieure et raffinée; la connaissance des phénomènes qu'elle étudie uniquement pour servir à ses méthodes, permet d'entrer plus avant dans la connaissance exacte des propriétés des corps, et peut servir de base certaine à des théories élevées.

On pourra dès lors dire, sans être trop paradoxal, qu'une bonne mesure de précision enseigne souvent plus qu'une théorie nouvelle. Elle a sur celle-ci l'avantage de n'enregistrer que des faits acquis.

La Thermométrie est une branche de la Métrologie; aride pour elle-même dans son but immédiat, elle est éminemment utile aux sciences d'observation; elle devient intéressante par l'étude de tous les phénomènes qu'elle rencontre sur sa route, et dont elle recherche les lois surtout pour réussir à se défaire de leur influence perturbatrice. Nous allons chercher à en préciser l'état actuel, et à en caractériser les tendances.

I

Échelle thermodynamique et échelle pratique des températures. — Il n'est presque pas une propriété des corps qu'un changement de température ne modifie; les dimensions, la résistance électrique, le pouvoir radiant ou absorbant, l'élasticité pour les solides, la viscosité pour les liquides ou les gaz augmentent ou diminuent avec les fluctuations de la température, et peuvent servir à les indiquer. Tous les phénomènes que nous venons d'énumérer, et beaucoup d'autres encore ont effectivement servi de base à des méthodes de mesure, qui s'adaptent particulièrement à certains besoins de la science et de l'industrie.

L'indicateur de température le plus anciennement employé est le thermomètre à gaz. Attribué par les historiens du thermomètre à Galilée ou à Santorio ou encore à Drebbel [1], il fut repris par Gay-Lussac, qui le proposa aux physiciens dans un but d'unification d'abord, puis aussi parce que la grande dilatation des gaz rend les mesures assez indépendantes de la dilatation de l'enveloppe. L'étude du thermomètre à gaz poursuivie par Regnault, a fait de nouveaux progrès à l'occasion des travaux exigés par le programme de la Convention du mètre. C'est encore, comme nous le verrons, au thermomètre à gaz que les températures sont rapportées, il est vrai, en précisant et en limitant son emploi.

Définir la température par les propriétés d'un corps serait un procédé arbitraire et opposé aux tendances modernes de la Science. On s'en est libéré par la considération du cycle de Carnot. On sait que le rendement maximum d'une machine thermique est défini par les températures de la source de chaleur et du réfrigérant [2]. Inversement, la valeur numérique de ces températures peut être

[1] Voir à ce sujet un travail aujourd'hui très rare de M. F. Burckhardt et l'excellente *Histoire du thermomètre* de M. Renou (Gauthier-Villars).

[2] Voir dans cette Revue, t. I, 1890, nos 1 et 5, pages 2 et 129, les articles de M. Witz et de M. Dwelshauvers-Dery.

donnée par le cycle. La définition la plus ordinaire consiste à considérer comme donnant la valeur numérique des températures les rapports des chaleurs empruntées au foyer et rendues au réfrigérant [1]; c'est la définition par les *coefficients de perte*. Mais on peut aussi, comme l'a fait M. Lucas [2], envisager le *coefficient économique* comme une fonction de la différence des températures. La température t ainsi définie est alors reliée à la température T d'après la première définition par la formule

$$t = \frac{1}{\beta} \log_e \alpha T,$$

ou

$$\beta = \tfrac{1}{100} \log_e (1 + 100\,\alpha).$$

Cette dernière définition conduit à attribuer les valeurs $-\infty$ et $+493$ aux températures cotées habituellement $-273°$ (zéro absolu) et 1000° vulgaires. La définition de M. Lucas n'est, *a priori*, ni plus ni moins rationnelle que la première. Mais celle-ci a l'avantage de donner pour la majeure partie des variations thermiques des corps des fonctions sensiblement linéaires. Elle donnerait une fonction rigoureusement linéaire pour la dilatation des corps fictifs nommés gaz parfaits, tandis que, pour ceux-ci, la seconde définition conduirait à une relation logarithmique beaucoup plus incommode. Nous nous en tiendrons à la première, en insistant sur ce fait qu'elle n'est pas la seule possible.

Pour définir complètement l'échelle thermométrique il faut encore donner la valeur de deux de ses points. Dans le *système* centigrade, on fixe le zéro par la température de la glace pure fondant sous la pression atmosphérique, et le point 100 par la température de la vapeur d'eau bouillant sous la pression de 760 millimètres de mercure à 0° et réduite aux conditions dites normales de la pesanteur, c'est-à-dire à la latitude de 45° et au niveau de la mer.

Dans la pratique, on définit fréquemment la valeur numérique de la température par le rapport entre une variation thermique, et le centième de la variation totale entre entre 0° et 100°. Un grand nombre de variations thermiques se rapprochent assez de la forme linéaire pour que, dans la plupart des applications, on puisse ne pas tenir compte de la différence [3].

C'est ce qui aurait lieu pour la dilatation des gaz parfaits, et ce qui se trouve réalisé sensiblement pour l'hydrogène dans de larges limites. Un grand nombre de variations thermiques, comme par exemple la dilatation du mercure, s'en rapprochent assez pour que, dans la pratique ordinaire, on puisse négliger le terme correctif. On n'a rien fait de mieux jusqu'à ces dernières années; mais cette approximation ne suffit plus à la Métrologie moderne [1].

II

Thermomètre à gaz. — Nous ne pouvons nous attarder à discuter les expériences de thermodynamique par lesquelles on parvient à déduire de la dilatation des gaz une échelle thermométrique rigoureuse; il nous suffit de savoir que, pour ces corps, le terme correctif de l'équation (3) [mise en note] peut être calculé. Comme nous le disions tout à l'heure, ce terme est très petit pour l'hydrogène; si petit que, aux températures ordinaires, on n'en connaît même pas le signe. C'est guidé par ces considérations que, dans sa session de 1887, le Comité international des poids et mesures décida d'adopter provisoirement dans son service, comme échelle thermométrique normale, l'échelle donnée par une fonction linéaire de la variation de tension de l'hydrogène. C'est donc au thermomètre à hydrogène que toutes les températures doivent être rapportées, et tous les appareils servant à les mesurer doivent être gradués d'après cet instrument.

Ici se place une restriction. La décision du Comité international doit être prise non à la lettre, mais dans son esprit. Le thermomètre à hydrogène fait loi, comme représentation matérielle la plus

---

[1] Lippmann, *Journal de Physique*, 2e s., t. III, p. 53.

[2] *La Solution du problème des températures* (Gauthier-Villars).

[3] Pour éviter toute ambiguïté, nous désignons par le mot *échelle* une fonction linéaire d'un phénomène thermique. La désignation de *système* est réservée à l'ensemble des notions qui définissent les points fondamentaux et la division de leur intervalle.

Soit T une température dans l'échelle thermodynamique. L'état d'un corps en fonction de la température sera donné par une certaine fonction :

$$(1)\quad E_T = f(T) = f(0)\left[1 + \frac{f'(0)}{f(0)} T + \ldots\right] = E_0 [1 + \alpha T + \beta T^2 + \ldots].$$

Si nous déterminons l'état du corps à deux points fixes 0° et 100° par exemple, l'état à toute température nous servira à établir une échelle arbitraire t définie par la relation linéaire en $f(T)$.

$$(2)\quad t = 100\,\frac{f(T) - f(0)}{f(100) - f(0)}.$$

Les degrés seront donnés alors par des fractions égales de la variation considérée. En développant, on réduit aisément cette équation à la forme

$$(3)\quad t = T + (100 - T)(A + BT + CT^2 + \ldots).$$

La température t apparaît alors comme étant égale à T avec un terme additionnel, dont la grandeur dépend des coefficients A, B, C,... Lorsque la fonction $f(T)$ est linéaire, A, B, C,... sont nuls, et les échelles T et t coïncident.

[1] On propose encore de temps en temps d'adopter, pour la définition des températures, une variation thermique déterminée, que l'on puisse aisément mesurer dans de très larges limites. Mais il ne faut pas oublier que l'emploi d'une pareille échelle ne permettrait aucune conclusion théorique relative aux coefficients thermiques des corps.

simple et la plus exacte possible de l'échelle thermodynamique, dans les limites des températures auxquelles la condition d'identité est suffisamment remplie. Mais que se passe-t-il lorsqu'on abaisse la température? Le regretté Wroblewski, dans un travail magistral, dont les résultats n'ont été publiés qu'après sa mort, a montré que, à des températures très basses, l'hydrogène suit une loi de compressibilité analogue à celle à laquelle obéissent les autres gaz. Le produit pv diminue d'abord lorsque l'on augmente la pression, puis augmente ensuite, ainsi que le veut la loi de Van der Waals [1], première approximation après celle de Mariotte.

Cette constatation ne suffit pas pour prévoir les erreurs de l'échelle thermométrique donnée par la dilatation de l'hydrogène, et, en attendant que des expériences très délicates sur la détente des gaz aient pu être faites, on a eu recours à une méthode empirique pour déterminer le point où l'échelle de l'hydrogène s'écarte franchement de sa marche régulière. Ce procédé est très intéressant et nous allons tâcher d'en donner une idée.

L'hydrogène présente des irrégularités dans sa dilatation lorsqu'il s'approche de son changement d'état; il en est de même de toutes les propriétés des corps dans les mêmes circonstances. A des températures très basses, tous les corps se solidifient; par conséquent, il n'y a plus aucun changement d'état, entre les températures ordinaires et le zéro absolu, pour tous les corps qui, aux premières, sont déjà solides. Leurs propriétés se modifient régulièrement sans éprouver aucun saut brusque. Si, par conséquent, on a déterminé par l'expérience les coefficients de l'équation (1) [en note ci-dessus] pour un intervalle de température considérable, on pourra en revanche employer cette équation pour calculer l'état du corps à une température plus basse pas trop éloignée de la limite inférieure de la graduation; on en déduira les écarts entre l'échelle normale et l'échelle thermométrique fournie par la variation considérée. Nous n'insisterons pas sur les conditions pratiques de cette extrapolation que nous avons traitée ailleurs en détail [2]; disons seulement que, pour être faite avec quelque probabilité, elle doit être appliquée à une équation dans laquelle le terme correctif de l'équation (3) est très petit.

Des recherches dans ce sens ont été faites par Wroblewski, jusqu'à — 216°, et par MM. Cailletet et Collardeau jusqu'à — 102°. Les derniers ont démontré que le thermomètre à hydrogène est exact à — 100°: d'après l'opinion du premier, il deviendrait suspect à — 193°; mais une discussion serrée de ses expériences montre que, bien plutôt, son phénomène de contrôle (pouvoir thermo-électrique du couple maillechort-cuivre) doit être suspecté, et que, d'après d'autres variations qu'il a étudiées (résistance électrique du cuivre), le thermomètre à hydrogène donnerait encore des indications sensiblement exactes à — 210°. A cette température, l'oxygène et l'azote sont déjà liquides sous une pression de quelques centimètres de mercure. On peut donc dire que l'hydrogène seul fournit, par sa dilatation, une échelle *normale* des températures dans tout l'intervalle étudié jusqu'ici.

[1] Voir dans cette *Revue*, l'article de M. Ph.-A. Guye, tome I 1890, n° 12, p. 365 et suiv.

[2] *Archives de Genève*, octobre 1888 et *Traité de thermométrie* (Gauthier-Villars).

III

Mais il est temps d'aborder la construction d'un thermomètre à gaz. Cet instrument peut revêtir et revêt en effet des formes multiples suivant l'usage auquel on le destine. Pour des températures élevées, le réservoir doit avant tout être réfractaire; pour des températures très basses, il est nécessaire de donner au réservoir un volume relativement faible, car on n'a pas pu, jusqu'ici établir, ces températures dans un espace un peu étendu. La description de tous ces instruments, ou seulement leur nomenclature nous entraînerait trop loin. Nous nous en tiendrons (que l'on nous pardonne cette préférence) au thermomètre de précision.

Un thermomètre à gaz se compose d'un réservoir rigide, relié à un manomètre par l'intermédiaire d'un tube fin et d'une chambre formant ensemble ce que l'on nomme très justement *l'espace nuisible*. La température est définie par la variation de tension du gaz; c'est cette variation qu'il s'agit de mesurer avec toute l'exactitude possible. On suppose implicitement que l'enveloppe est absolument invariable, et que tout le gaz contenu dans l'appareil est soumis à la température à mesurer. Ces conditions ne sont jamais remplies; mais mieux elles le sont, plus petites sont les corrections qui y ramènent. Il faut donc opérer avec un espace nuisible très petit relativement au réservoir. Celui-ci doit être peu déformable par la pression ou la température. Le manomètre doit être construit de façon à enfermer toujours le gaz dans un même espace, afin que l'on n'ait à considérer que les variations de la tension du gaz et non celles de son volume.

Voici comment notre collègue, M. P. Chappuis, a résolu ces divers problèmes dans les longues recherches qu'il a faites au Bureau international des poids et mesures.

Le réservoir du thermomètre à gaz est formé d'un tube de platine iridié de 1^m 12 de longueur

et de 1 litre environ de capacité[1]. Il est relié (fig. 1, détail fig. 2) à la branche fermée du manomètre *mn* par un tube fin de platine *c* traversant la pièce P. Dans la branche ouverte de celui-ci, plonge le tube d'un baromètre B, commandé par

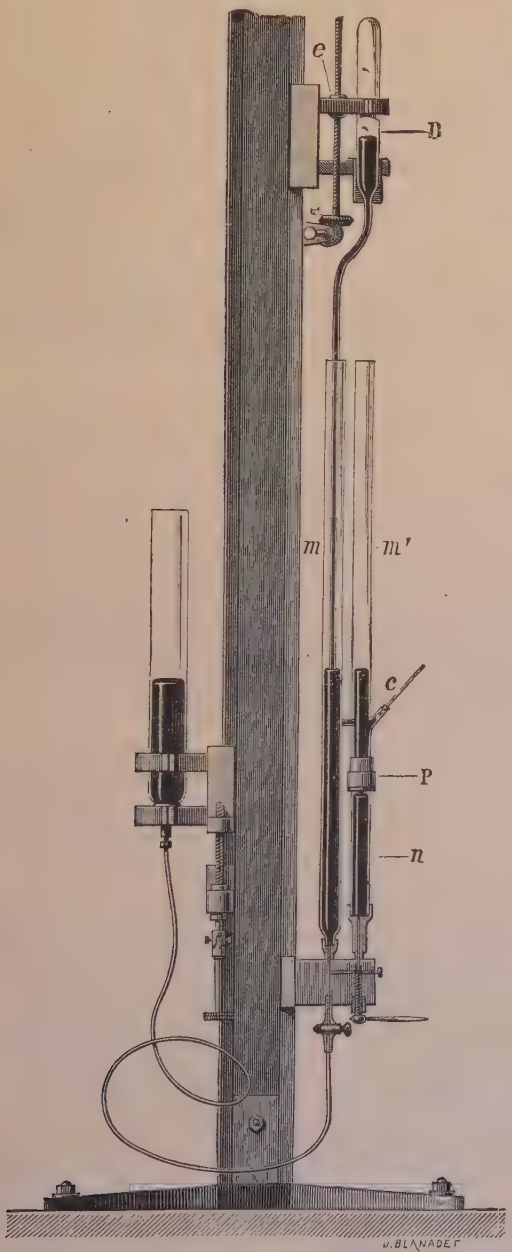


Fig. 1. — Baromètre et manomètre du thermomètre à gaz (ensemble).

la vis *e*. La pression totale agissant sur le gaz est donnée directement par la différence des lectures dans les tubes du baromètre et du manomètre situés dans la même verticale. Les ménisques de mercure qui sont très larges ne sont pas directement visibles dans une lunette. On détermine leur position par la réflexion d'une petite pointe sombre auprès de laquelle on ramène la surface inférieure à l'aide du réservoir auxiliaire (fig. 1 à gauche), ou en déplaçant verticalement le tube du baromètre. Dans l'appareil de M. Chappuis, la pointe soudée sous la pièce P n'a que $0^{mm},7$ de longueur; l'espace nuisible total est égal à $\frac{1}{1000}$ environ du réservoir. Le tube *m'* communiquant avec *m* permet d'employer l'appareil comme baromètre. Cet instrument, manœuvré avec habileté, donne une exactitude de quelques millièmes de degré.

Le thermomètre à gaz de précision n'est pas employé directement dans les mesures; on ne s'en

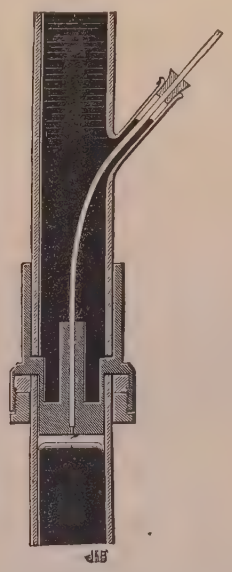


Fig. 2. — Détail de la pièce P de la figure précédente.

sert que pour graduer d'autres appareils dans des expériences préliminaires. En revanche, on l'emploie fréquemment comme *pyromètre* dans des recherches nécessairement assez grossières.

IV

Thermomètre à mercure. — Aucun instrument de physique n'est aussi répandu que le thermomètre à mercure; il n'est presque pas une expérience dans laquelle il n'intervienne comme instrument essentiel ou accessoire d'une mesure. La cause en est dans la simplicité de son maniement et l'exactitude des indications qu'il fournit. Il faut distinguer, dans l'histoire du thermomètre à mercure, trois phases bien distinctes.

1° Période dans laquelle on ne demandait à cet instrument que des indications approximatives, et où le thermomètre suffisait pleinement à son but.

2° Période transitoire où, la métrologie devenant plus exigeante, le thermomètre était trop peu exact; la connaissance de ses causes d'erreurs n'était

[1] Ce tube qui est une pièce unique appartient à l'Institut de France.

point encore assez avancée pour que l'on pût appliquer des corrections certaines à ses lectures. Le thermomètre à mercure était très discrédité et l'on n'était pas éloigné de renoncer à son emploi dans les recherches de précision.

3° Enfin, par une étude approfondie, on a débrouillé les causes d'erreurs auxquelles le thermomètre est soumis; toutes ses lectures peuvent être corrigées très exactement, et il occupe désormais un rang élevé parmi les instruments délicats. Le thermomètre à mercure est entièrement réhabilité.

D'après sa définition, le thermomètre à mercure (à tige) est un instrument donnant la température en fonction de la dilatation du mercure dans le verre, mesurée en centièmes du volume compris dans le tube capillaire entre les points 0° et 100°. Conformément à ces définitions, les fractions du volume [0-100] doivent pouvoir être estimées à l'aide de la division gravée sur la tige, et le réservoir du thermomètre ne doit subir aucune déformation étrangère à la dilatation thermique. On ramène les lectures à ces suppositions en leur appliquant des corrections appropriées. L'une est déterminée par une opération longue et minutieuse, terreur des commençants, et que l'on nomme le *calibrage*. La seconde se calcule à l'aide du *coefficient de pression* du réservoir; ce coefficient exprime la variation de l'indication du thermomètre correspondant à une variation de pression de 1^{mm} de mercure sur le réservoir.

Le phénomène qui, pendant longtemps, a fait désespérer de pouvoir jamais tirer une indication exacte du thermomètre à mercure, est la variabilité de ses éléments. Un même thermomètre, exposé à diverses époques à une même température ne donne pas la même indication.

En y regardant de plus près, on a reconnu cependant que, lorsque le thermomètre n'est pas soumis à un traitement trop brutal, les variations que l'on observe sont les mêmes en tout point de l'échelle; si donc on peut fixer à un instant quelconque un point de repère sur cette échelle, tous les autres seront déterminés. Or, la température très constante de la glace fondante nous fournit un de ces points. C'est à lui que l'on se rapporte en général (dans certains cas exceptionnels, il est cependant avantageux d'avoir recours à d'autres points fixes, ébullition de l'eau, de la naphtaline, etc.), et toutes les variations de l'échelle se traduisent dans la pratique et dans le langage par des variations du zéro.

Nous signalerons quelques-unes des lois qui les régissent : Lorsqu'un thermomètre est exposé à une température constante, le zéro s'élève constamment en s'approchant d'une limite, sensiblement atteinte après quelques années. Si, à un moment donné, le thermomètre est porté à une température supérieure à t, le zéro s'abaisse très rapidement. Si l'on ramène le thermomètre à t, le zéro s'élève de nouveau, beaucoup plus lentement, et rejoint après quelque temps sa courbe régulière d'ascension. Les températures très élevées produisent d'abord un abaissement très rapide, puis, l'effet continuant, le zéro remonte sur une courbe plus inclinée qu'à une température basse; il se produit un recuit du verre, et, si l'on revient à la température primitive t, l'ascension du zéro, inverse de la dépression, ramène le zéro au-dessus de la courbe régulière d'ascension relative à t. Ce mouvement terminé, l'ascension régulière peut se produire encore, mais elle est entravée au moins en partie, souvent en totalité par le recuit. La position du zéro, à une époque donnée, est fonction de la température.

Les variations du zéro des thermomètres diffèrent beaucoup d'un verre à l'autre : très fortes pour le cristal à base de plomb et les verres contenant des quantités comparables de soude et de potasse, elles sont beaucoup moindres pour les verres durs ne contenant que l'un des alcalis. En ce moment les verres les plus appréciés pour le thermomètre sont le verre dur français, un verre industriel très robuste, et le verre normal d'Iéna, encore un peu moins variable, mais qui est resté jusqu'ici un verre de laboratoire assez coûteux.

Citons quelques chiffres. Si l'on maintient un thermomètre en verre dur à la température ordinaire, le zéro remonte de 0,05 degré environ en trois ou quatre années, puis il s'arrête sensiblement. Chauffé indéfiniment à 200°, il s'élève de 0,4 degré ; à 360°, il remonte de 3 degrés. Pour les thermomètres en cristal, l'ascension à 360° dépasse souvent 20 degrés.

Lorsqu'on porte un thermomètre en verre dur de 0° à 100°, le zéro se déprime complètement en 2 minutes. Dans un thermomètre en cristal, on peut suivre ce mouvement pendant plus d'une heure.

La relation entre la position du zéro et la température peut être représentée par une fonction du second degré $f(t)$, dont le second terme diminue lorsqu'on passe des verres mous aux verres durs. Pour le verre dur français, et le verre d'Iéna, la relation est sensiblement linéaire. La dépression totale de 0° à 100° est un peu inférieure à 0,1 degré pour le premier, et égale à 0,07 degré environ pour le second.

Ces variations sont assurément gênantes, mais *on s'en garantit complètement en comptant toujours les températures à partir d'un zéro variable*, que l'on détermine en principe après chaque expérience. La

figure 3 représente l'appareil employé dans ce but. La glace très propre finement rapée est placée dans la cloche, ou elle est lavée à l'eau distillée. Après avoir laissé écouler l'excédent d'eau, et comprimé la glace avec un morceau de bois, on y perce un trou dans lequel on introduit le thermomètre. La glace doit rester trempée d'eau.

V

Supposons que nous ayons complètement étudié deux thermomètres étalons du même verre. Nous avons déterminé leurs corrections de calibre, leur coefficient de pression, la valeur de l'intervalle [0-100]. Nous les plaçons dans un bain, côte à

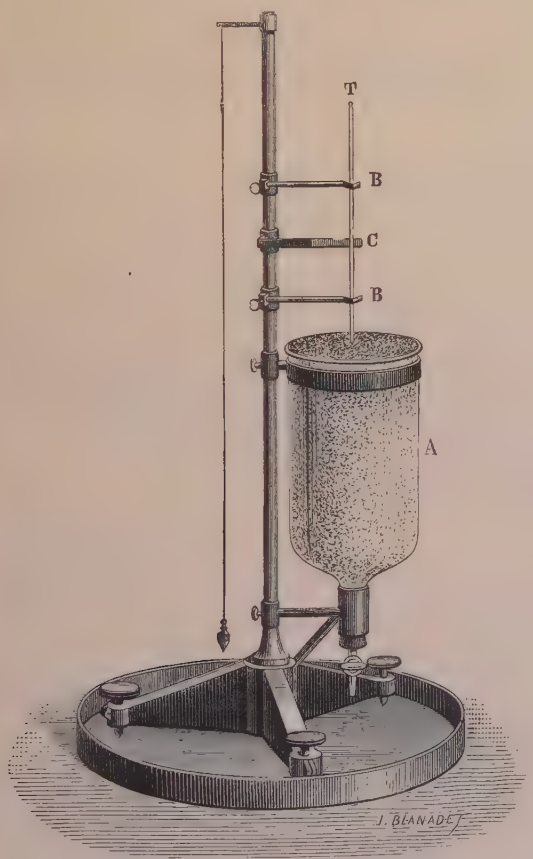


Fig. 3. — Appareil pour la détermination du point zéro des thermomètres.

côte, et après avoir relevé leurs indications, nous déterminons la position de leur zéro. Nous appliquons alors aux lectures les corrections déterminées individuellement sur chacun des thermomètres. Quelle sera la concordance des lectures ainsi corrigées ?

On conçoit qu'il y a là une question vitale pour la thermométrie. Si les lectures sont identiques, nous pourrons établir, avec les thermomètres à mercure étudiés individuellement une échelle déterminée, la réduction à l'échelle normale pourra être faite pour tous les thermomètres dès que l'on aura donné les corrections pour un d'entre eux. Dans l'autre cas, il faudra pour chaque instrument faire une graduation par comparaison, opération très laborieuse, et impraticable avec toute installation qui n'est pas de premier ordre.

L'ancienne Thermométrie était très peu rassurante à ce sujet; mais les recherches de ces dernières années ont conduit à des résultats des plus encourageants. Un grand nombre de thermomètres à mercure furent étudiés individuellement et comparés entre eux. Les indications réduites des thermomètres du même verre se sont trouvées identiques dans les limites des erreurs d'observation, c'est-à- dire à 3 ou 4 millièmes de degrés près. La différence *probable* en un point quelconque d'un thermomètre, et la moyenne d'un nombre infini de thermomètres du même verre s'est trouvée, dans un grand nombre d'observations, de l'ordre de 0,001 degré.

Les indications des thermomètres de verres différents ne sont pas semblables, mais elles s'écartent d'une manière systématique, et les divergences peuvent être résumées dans une équation [telle que (3), note p. 75], dans laquelle il suffit d'introduire un, deux, ou au maximum trois paramètres pour représenter très exactement toutes les observations. Le diagramme (fig. 4) montre les divergences entre

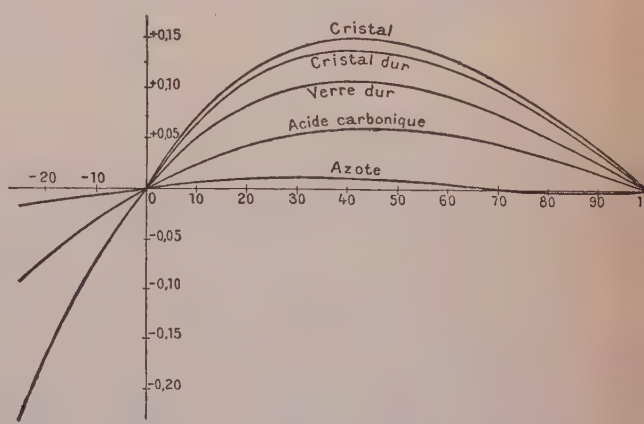


Fig. 4. — Excès de diverses échelles thermométriques sur l'échelle normale.

diverses échelles thermométriques et l'échelle normale prise comme axe des abscisses.

Le verre d'Iéna suit de très près le verre dur.

VI

Procédés divers. — Le thermomètre à mercure est l'instrument idéal dans tout le domaine qui lui convient. Mais, d'une part, ses indications sont nécessairement limitées à la température de congélation du mercure (— 39° environ), et à sa température d'ébullition, sous les pressions que l'on

peut tolérer dans les thermomètres; à notre connaissance, on n'a pas encore dépassé utilement 480° avec cet instrument. Enfin la sensibilité du thermomètre à mercure est limitée par les forces capillaires exercées sur le ménisque. Nous ne croyons pas que l'on puisse jamais appliquer cet instrument à la mesure de variations de la température comprises dans les limites du millième de degré.

Le nombre des procédés de mesure proposés pour remplacer le thermomètre à mercure est légion. Comme nous l'avons dit en commençant, on a utilisé les phénomènes thermo-électriques, les résistances électriques, la dilatation des liquides, tels que l'alcool pour les basses températures, l'analyse spectrale des corps incandescents, puis aussi l'écoulement des gaz par des tubes capillaires, la chaleur emmagasinée par un corps et rendue à un calorimètre, l'échauffement d'un courant d'eau, et beaucoup d'autres; enfin, comme nous l'avons dit, le thermomètre à gaz est employé quelquefois directement aux mesures.

La mesure des températures élevées offre des difficultés particulières à cause des déformations et des modifications moléculaires qu'éprouvent les corps bien avant leur fusion. C'est à la cristallisation des fils de platine, accompagnée de changements permanents et bientôt suivie de rupture que l'on doit de ne guère pouvoir dépasser, dans la pratique courante, la température de 1200°, dans la mesure par les procédés électriques. En revanche, la méthode calorimétrique fournit de très bons résultats à des températures encore plus élevées. C'est en mesurant la chaleur rendue à un calorimètre par un morceau de métal pris au moment de sa solidification que M. Violle est parvenu à déterminer avec une grande exactitude la température de fusion du platine (1775°), de l'iridium (1950°), et de plusieurs autres métaux réfractaires. Mais cette méthode demande toute une expérimentation, et exige une grande habileté.

Pour les températures inférieures à 1200°, le couple thermométrique Le Chatelier (platine-platine rhodié) en connexion avec un galvanomètre d'Arsonval paraît rendre de très bons services [1].

La mesure de très petits intervalles de température a été essayée par divers procédés, en particulier par les résistances électriques, et les couples thermo-électriques. En ce moment, les premières sont en honneur. Il semble en effet qu'elles s'adaptent mieux que les autres à ces mesures; mais ce qui, surtout, leur constitue actuellement une supériorité marquée, c'est l'étude très approfondie qu'en a faite le professeur Langley. Le *bolomètre*, appareil de mesure basé sur la variation de résistance produite dans un fil de métal par la température, est un instrument d'une merveilleuse sensibilité, grâce auquel il a été possible d'aborder des études jugées impraticables il y a quelques années, telles par exemple que celles du spectre de la lune, ou des radiations émises par des corps terrestres à des températures basses.

[1] L'appareil complet est construit par M. Carpentier à Paris.

VII

Le désir de donner une idée un peu complète des tendances modernes de la Thermométrie et des conditions expérimentales qui lui sont imposées par les lois mêmes auxquelles obéit la matière, nous ont obligé à noyer les grandes lignes du sujet dans une foule de détails d'où il convient de les dégager; nous allons les résumer en quelques mots.

La thermodynamique donne le moyen de définir une échelle thermométrique indépendante de tout corps réel ou fictif. La dilatation de l'hydrogène nous donne une représentation matérielle très exacte de cette échelle, jusqu'aux températures les plus basses que l'on ait encore établies; ce phénomène fournit *l'échelle thermométrique normale*.

Le thermomètre à mercure est un instrument délicat et précis, susceptible de donner, entre — 39° et + 100° et plus, une exactitude réelle de quelques millièmes de degré. Tous les thermomètres du même verre étudiés *individuellement* coïncident entre eux dans leurs indications corrigées. Une table de correction, *la même pour tous*, ramène leurs indications à l'échelle normale.

Pour la mesure des températures élevées, ou basses, une foule de procédés peuvent être substitués à l'emploi du thermomètre à mercure. Les plus généralement applicables sont les procédés électriques. Ces derniers sont les seuls qui permettent de mesurer avec une certaine précision relative des variations de la température inférieures au millième de degré.

Depuis dix ans la thermométrie s'est entièrement transformée; un grand domaine est bien fixé, et conquis pour longtemps. Les regards se tournent vers de nouvelles questions dont l'étude est en bonne voie. Les tendances sont nettement caractérisées; mais telles ont été dans le passé les surprises en bien ou en mal, qu'il serait téméraire de dire ce qui restera de tout ce grand travail.

Ch.-Ed. Guillaume,
Docteur ès sciences.

LES EXPÉRIENCES DE M. BEYERINCK

SUR LES BACTÉRIES LUMINEUSES ET LEUR NUTRITION [1]

Quand on étudie les conditions de la nutrition des microorganismes, on introduit habituellement les substances à étudier dans le liquide ou la gélatine employés pour la culture, et l'on apprécie ensuite leur action soit par la pesée ou le dénombrement des cellules nouvellement formées, soit par l'estimation de l'étendue des colonies ou des lignes d'inoculation. Cette méthode est longue, difficile et entourée de causes d'erreurs. M. Beyerinck, directeur du laboratoire bactériologique de Delft, a imaginé une méthode nouvelle, l'*Auxanographie*, qui permet d'éviter quelques-unes des influences perturbatrices. Elle est fondée sur les deux observations suivantes : 1° la gélatine et la gélose (agar-agar purifiée) ne sont pas des matières nutritives pour la plupart des microbes ; 2° dans les couches coagulées, solides, de gélatine ou de gélose, l'hydrodiffusion des matières dissoutes se fait à peu près de la même manière que dans l'eau.

I

Les matières qui doivent être ajoutées au milieu de culture pour permettre le développement des microorganismes sont : des substances minérales, des composés azotés assimilables et des aliments carbonés. Si, sur une couche de gélatine pure, uniformément ensemencée, on dépose une goutte d'une solution de ces trois ordres de substances, chacune d'elles diffuse peu à peu dans la gélatine ; c'est seulement là où les trois aires de diffusion se rencontrent, que les germes trouvent un milieu nutritif complet et qu'ils se développent ; l'aire opaque nettement circonscrite sur laquelle s'est développée la colonie est un *auxanogramme*.

Si la plaque de culture ensemencée contient déjà deux des substances nécessaires (minérale et azotée par exemple) et si l'on dépose à sa surface une goutte de la troisième substance (carbonée par exemple), une colonie se développe dans l'aire de diffusion de celle-ci. Si cette troisième substance est en solution trop concentrée, la colonie se développe suivant un anneau ; si la matière essayée n'est pas assimilable, son champ de diffusion reste parfaitement clair. En combinant les dispositifs d'expérience, on peut donc varier à l'infini l'étude des milieux nutritifs et aussi des antiseptiques.

M. Beyerinck a appliqué sa méthode de l'auxanographie à l'étude des Batéries photogènes, qu'il a réunies dans le genre *Photobacterium*. On en connaît six espèces, dont trois sont dues à M. Beyerinck ; ce sont : le *Ph. phosphorescens* qui rend le poisson phosphorescent, le *Ph. Indicum* de la mer des Indes, le *Ph. luminosum* des côtes de Hollande et les *Ph. Balticum*, *Fischeri* et *Pflügeri* de la mer Baltique ; elles se distinguent l'une de l'autre par la forme, leurs propriétés liquéfiantes de la gélatine, ou l'assimilation différente de diverses substances, mais toutes exigent que l'aliment contienne au moins 3 °/₀ de sel marin ou des proportions isotoniques d'autres sels minéraux, et que le milieu de culture soit neutre ou faiblement alcalin, car une trace d'acide suffit à éteindre la lumière ; elles se cultivent facilement sur de la gélatine ou de la gélose préparées dans une décoction de poisson dans l'eau de mer.

II

Par l'auxanographie on peut facilement reconnaître quelles sont les substances plastiques, permettant le développement des cultures, et les substances photogéniques, provoquant la phosphorescence. Ainsi, comme élément azoté, la peptone suffit aux *Ph. luminosum* et *Ph. indicum* pour se multiplier et produire de la lumière. Au contraire des peptones seules ou des amides ne suffisent pas à la nourriture des *Ph. phosphorescens*, *Ph. Fischeri* et *Ph. Balticum* ; mais les colonies s'accroissent et deviennent lumineuses avec un mélange de ces deux sortes de substances. Les substances carbonées peuvent être des solutions de glucose, de lévulose, de maltose, de galactose, de lactate de calcium et surtout de glycérine, qui est la matière photogénique par excellence. Cependant 1 °/₀ de glucose ou des proportions un peu plus fortes de lévulose ou de maltose, arrêtent la liquéfaction de la gélatine et éteignent la lumière en même temps que la bactérie prend une forme irrégulière et variable. M. Beyerinck attribue cette perte de lumière à la production d'une petite quantité d'acide formée aux dépens du glucose. L'amidon soluble, le saccharose, le lactose, ne peuvent servir à la nutrition. D'une manière générale, en même temps qu'elles produisent de la lumière, ces bactéries absorbent une certaine quantité de peptone, même si elles ne se multiplient pas ; la production de lumière est une cause de consommation de matière nutritive.

(1) Nous utilisons pour cet article des documents inédits fournis par l'auteur et ses Mémoires des *Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, tome XXIII.

La proportion dans laquelle on laisse la peptone d'une part et la gélatine d'autre part diffuser dans la gélatine n'est pas indifférente ; autrement dit, il faut observer un certain rapport entre les quantités d'aliment albuminoïde et d'aliment carboné ; une nourriture photogénique trop abondante éteint la lumière. Si par exemple on laisse tomber une goutte de glycérine sur une culture lumineuse de *Ph. phosphorescens* renfermant $^1/_4$ % de peptone, le champ de diffusion de cette goutte s'éteint, forme un auxanogramme obscur ; mais après quelque temps, la glycérine en excès est absorbée par les bactéries, et au moment où la proportion relative de peptone et de glycérine redevient favorable la lumière réapparaît, et le champ de diffusion de la glycérine est plus lumineux que les parties voisines. Inversement, une culture peut renfermer trop de peptone pour que la bactérie soit lumineuse et une goutte de glycérine suffit alors pour faire apparaître un auxanogramme lumineux. Il existe donc des proportions d'aliment qui permettent l'accroissement, d'autres qui provoquent l'émission de lumière.

Quant aux aliments minéraux, nous avons dit que le terrain de culture doit être neutre ou alcalin ; de la gélatine au bouillon de viande peptonisé reste stérile et obscure ; mais si l'on ajoute 3 à 3 $^1/_2$ % de sel marin, de chlorure de potassium ou de magnésium, les colonies se développent et la lumière peut prendre la même intensité que sur les décoctions de poisson. D'après des expériences faites sur le *Ph. phosphorescens*, M. Beyerinck croit pouvoir affirmer que tout dépend ici de la grandeur des tensions osmotiques ; il a trouvé en effet que, pour cette espèce, des dissolutions de sels inorganiques très différents peuvent entretenir le dégagement de lumière et même la croissance, à la seule condition d'être isosmotiques à une solution de chlorure de sodium à 3 %.

III

Des résultats qu'il a obtenus, M. Beyerinck tire la conclusion que la fonction photogénique des bactéries lumineuses est intimement liée à la matière vivante, de la même manière que les fonctions de fermentation, de réduction, de contractilité, etc. La lumière qu'elles émettent n'a pas de signification biologique : elle n'est pas nécessaire à la vie de ces bactéries ; elle est la conséquence accidentelle de processus chimiques internes.

D'ailleurs toutes ces bactéries ne se comportent pas de la même manière sous le rapport de l'émission de lumière. Ainsi les *Ph. Pflügeri.* et *Ph. phosphorescens* ne liquéfient point la gélatine ; mais, tandis que le premier reste obscur avec le maltose et ne l'assimile point, le maltose est au contraire pour le second une nourriture à la fois plastique et photogénique. M. Beyerinck a tiré de cette observation une élégante méthode de diagnose de l'action des diastases : on prépare deux séries de culture sur de la gélatine renfermant de l'amidon avec les deux bactéries précédentes, et l'on ajoute la diastase à essayer ; si les cultures restent obscures, c'est qu'il se forme du glucose ; si les cultures de *Ph. Pflügeri* rentent obscures, tandis que celles du *Ph. phosphorescens* donnent un auxanogramme lumineux, c'est que du maltose s'est produit. On peut imaginer des recherches du même genre avec les *Ph. Balticum* et *Ph. Ficheri* qui se distinguent l'un de l'autre par l'assimilation du saccharose.

Enfin tout récemment M. Beyerinck a fait de l'étude de ces bactéries lumineuses une application purement technique à propos d'une discussion sur les qualités désinfectantes du filtre Chamberland. Il fit passer dans un filtre une culture de diverses espèces de Photobactéries ; toute infection provenant du dehors était impossible, car elles ne se trouvent jamais dans l'atmosphère. Placée ensuite à l'obscurité, la bougie Chamberland était complètement obscure sauf en deux points de très petite étendue, rendus lumineux par l'accumulation des bactéries de plus petite taille qui avaient d'ailleurs passé dans le liquide filtré. Une minutieuse inspection montra qu'une fissure microscopique existait en ces deux points [1]. Ces bactéries peuvent donc être employées à reconnaître les qualités d'un filtre.

Grâce aux intéressantes recherches de M. Beyerinck, la méthode auxanographique et aussi l'emploi des bactéries lumineuses peuvent donc rendre de nombreux services en microbiologie.

J. van Bréda de Haan.
Naturaliste au laboratoire de botanique de Leyde.

[1] Il s'agit ici, comme on le voit, d'une bougie brisée. Celles qui sont intactes sont *absolument* imperméables aux microbes. (*Note de la Direction.*)

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Puiseux (P.) — **Leçons de Cinématique. — Mécanismes, Hydrostatique, Hydrodynamique.** *Un vol. in-4° de 340 pages* (9 fr.). — *Georges Carré, éditeur, 58, rue Saint-André-des-Arts, Paris*, 1890.

Les leçons que M. P. Puiseux, maître de Conférences à la Faculté des Sciences, professe à la Sorbonne, ont été recueillies et rédigées par deux de ses élèves, comme cela a été déjà fait pour plusieurs autres professeurs; c'est là une excellente idée que nous voudrions voir s'étendre à tous les cours de notre enseignement supérieur et qui doterait certainement notre littérature scientifique de remarquables ouvrages.

Le livre de M. Puiseux n'est pas un livre de recherches, mais bien, comme il le dit lui-même dans sa préface, un livre d'enseignement. A ce titre il est intéressant; sur chaque point il met bien en relief l'idée importante, présente nettement les théories et a de réelles qualités de clarté. Il sera fort utile aux candidats à la licence, et nous ne saurions trop le leur recommander. J. Poulet.

Leconte, *Professeur à Gand.* — **Etude expérimentale sur un mouvement curieux des ovoïdes et des ellipsoïdes.** (0 fr. 50). *Hoste, éditeur à Gand, rue des Champs, et Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, Paris*, 1890.

Ce petit opuscule donne, sous une forme humoristique, le récit d'expériences faites sur le mouvement de rotation des ovoïdes; le point de départ de ces expériences réside dans le fait suivant : lorsqu'on communique à un ovoïde un mouvement rotatoire rapide, le grand axe étant horizontal, il arrive qu'au bout de quelques instants, l'ovoïde se dresse brusquement pour tourner autour de son axe de symétrie devenu vertical; puis, dans une troisième période, l'axe décrit un cône qui s'élargit jusqu'à ce que la vitesse soit devenue nulle.

L'auteur a étudié l'influence qu'avait sur le phénomène l'état physique de la masse intérieure à l'ovoïde, ainsi que la différence des densités aux deux bouts de cet ovoïde. Son petit travail, sans prétention, s'adresse plutôt aux gens du monde qu'aux physiciens.

L. O.

Witz (M. A.), *Docteur ès sciences.* — **Moteur à gaz Simplex,** *système E. Delamare-Debouteville et Malandrin. Procès verbal d'expériences et parallèle entre les moteurs à gaz et les machines à vapeur de même puissance* (6 fr.). *Bernard et Cie, 71, rue de la Condamine. Paris*, 1890.

Le moteur étudié par M. Witz est le plus puissant moteur à gaz monocylindrique qui ait été construit : sa puissance nominale est de 100 chevaux indiqués; le cylindre a un diamètre de 575 millimètres, la course est de 950 millimètres et le nombre de tours est 100.

Jusque dans ces dernières années les machines à gaz détonnant ont rendu de grands services dans les ateliers qui n'exigent que l'emploi de machines de faible puissance; mais elles n'étaient pas en usage pour les fortes puissances, malgré les tentatives des inventeurs. La machine à gaz est plus commode que la machine à vapeur pour les petites industries, parce qu'elle n'exige ni foyer, ni chaudière, ni chauffeur, ni approvisionnement de combustible et par conséquent ne demande que peu de place. De plus, elle ne consomme rien dans l'inaction. Mais la machine à gaz demandait une grande quantité d'eau, et étant sujette à une grande usure exigeait un graissage très fréquent, très abondant et par conséquent très coûteux; enfin la consommation de gaz était considérable. Toutes ces imperfections ont été successivement atténuées au point qu'il a été permis d'aborder les grandes puissances.

L'étude faite par M. Witz sur le moteur E. Delamare-Debouteville semble prouver que ce moteur, alimenté au gaz Dawson, peut rivaliser avec les machines à vapeur les mieux construites et les plus économiques. Elle débute par un procès verbal d'expériences faites sur cette machine et se termine par un parallèle entre les machines à gaz et les machines à vapeur. Ce parallèle est établi d'une manière complète : au point de vue du rendement, du prix de revient et de l'unité de travail.

Il faut encore craindre de juger avec précipitation les moteurs à gaz, tout en reconnaissant les grands progrès qu'ils ont faits et en espérant qu'ils en peuvent faire de plus grands. M. Witz, en raison des expériences qu'il vient de faire, est tout à fait affirmatif et la conclusion de la comparaison qu'il poursuit entre les machines à vapeur et les machines à gaz est celle-ci : « Le moteur à gaz réalise donc une économie quotidienne considérable; il coûte un peu moins cher, occupe un peu moins de place, consomme moins d'eau et marche aussi bien. » Al. Gouilly.

Poulain (A.). — **L'Unification des heures et les fuseaux horaires.** — *Angers*, 1890.

Après un historique de la manière de compter le temps depuis l'antiquité jusqu'à nos jours, l'auteur examine plus particulièrement le système des fuseaux horaires qui consiste, comme on sait, à tracer sur le globe vingt-quatre méridiens équidistants entre eux de 15° : on délimite ainsi vingt-quatre fuseaux égaux dont le premier est à cheval sur le méridien choisi comme origine. Quand il est midi dans ce fuseau, il est une heure dans le fuseau contigu à l'Est, deux heures dans le suivant, etc. Toutes les horloges indiquent donc la même minute, le chiffre seul des heures varie. Pour distinguer les fuseaux entre eux, on les numérote ou on les désigne par des lettres. Ce système, appliqué en Amérique avec l'origine de Greenwich a eu principalement en vue la concordance des heures de chemins de fer : M. A. Poulain lui attribue, en outre, de grands avantages mécaniques au point de vue de l'enseignement de la géographie. Il pense aussi que ce système résoudra de la façon la plus pratique le problème de l'heure universelle pour les télégraphes et la physique terrestre. Il admet d'ailleurs fort sagement, ce qui semble bien acquis aujourd'hui, que l'astronomie, la navigation et la topographie sont en dehors de cette question d'unification. Enfin, tout en rejetant l'heure unique préconisée par l'Académie de Bologne, qui implique la conservation simultanée de l'heure locale pour la vie civile, il emprunte à ce corps savant le méridien de Jérusalem sur lequel il propose de baser le système des fuseaux.

On sait que cette question doit être soumise prochainement à une conférence qui se réunira à Rome. Sans vouloir préjuger du succès que peut avoir cette tentative, nous rappellerons que c'est précisément à Rome, en 1883, que la conférence géodésique internationale recommandait le méridien et l'heure de Greenwich. Il est vrai que ce vote, aussi bien que celui de Washington en 1884 et celui de cette année à Fribourg, n'a pas clos le débat.

On presse la France de prendre position, la menaçant d'un véritable isolement si elle n'adopte pas l'heure universelle de Greenwich ou de Jérusalem. La question ne paraît pas assez importante pour que nous ne puissions affronter les chances d'un pareil isolement, à supposer qu'il se produise. Avec le système américain, nous aurions l'heure du Havre ou de Tarbes : avec les fuseaux dépendant de Jérusalem, celle de Marseille et de Carpentras; l'heure nationale maintenant adoptée se règle sur le méridien de Paris, qui occupe à peu près le milieu entre les précédents. On peut s'y tenir sans inconvénient.

E. C.

2° Sciences physiques.

Anney (J. P.), *Ingénieur électricien.* — **Manuel pratique de l'installation de la lumière électrique.** *Un vol. in-8° de 344 pages avec 135 fig. dans le texte* (5 fr.). *B. Tignol, éditeur, 53 bis, quai des Grands-Augustins, Paris*, 1890.

Le volume de M. Anney sur l'installation de la lumière électrique porte le n° 37 de la Bibliothèque des *Actualités industrielles;* près de la moitié des ouvrages qui l'ont précédé dans cette bibliothèque se rapportent à l'électricité; le transport de la force, les accumulateurs, les dynamos, l'électrolyse, la télégraphie, la téléphonie... etc., ont été successivement étudiés.

La question si importante aujourd'hui de l'installation de la lumière électrique tiendra deux volumes; celui qui vient de paraître est relatif aux installations privées; le second traitera des stations centrales.

L'ouvrage est sans prétentions théoriques; il vise uniquement à être un bon livre pratique et y réussit. Tous les renseignements que peuvent désirer l'ingénieur, le contre-maître et même l'ouvrier, y sont donnés. Nous sommes convaincu qu'il sera utile aux électriciens et leur fournira de précieuses indications sur le calcul de leurs projets, l'exécution de leurs travaux, l'entretien ou les réparations de leurs machines.

J. Poulet.

Gouré de Villemontée. — **Recherches sur la différence de potentiel au contact d'un métal et d'un liquide.** *Journal de physique*, t. IX, p. 65. *Paris*, 1890.

Le mémoire de M. Gouré de Villemontée est le résumé d'une thèse soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris. De nombreux expérimentateurs, après Volta, ont établi qu'il se produit une différence de potentiel électrique au contact de deux substances conductives; dans le cas où l'une des substances est un métal M et l'autre un liquide L, et la différence est très petite, et par suite plus difficile à mesurer, en outre il est malaisé d'obtenir un isolement considérable. Aussi les nombres précédemment obtenus présentent-ils des divergences considérables, l'auteur est parvenu à des résultats très nets et très concordants grâce à de nombreuses et ingénieuses précautions. Après plusieurs essais il s'est arrêté à un procédé de mesure simple en théorie : Une lame du métal en expérience M est reliée à un plateau P formé du même métal, ce plateau constitue l'une des armatures d'un condensateur dont l'autre armature est au sol ; la lame métallique plonge dans le liquide L, qu'on laisse s'écouler par la pointe d'un entonnoir de verre au travers d'un tube en métal; ce tube est est porté à un certain potentiel V qu'acquiert également le liquide par le jeu de l'écoulement; dès lors le plateau P devra se charger d'électricité à moins toutefois que la différence de potentiel existant normalement entre le métal M et le liquide L ne soit précisément égale et de signe contraire à V; de là le moyen d'évaluer cette différence en constatant simplement que le plateau reste à l'état neutre. En cherchant à mettre en pratique cette méthode, on recontre des difficultés nombreuses que M. Gouré de Villemontée a heureusement surmontées. Il est nécessaire d'opérer avec des corps parfaitement définis ; les métaux sont obtenus par voie galvanoplastique, pourvu que les déports ne soient pas poreux, on a par ce moyen des échantillons toujours identiques au point de vue considéré; les liquides sont des dissolutions de sels purs dans de l'eau distillée provenant toujours de la même usine, les dissolutions ne sont jamais filtrées mais simplement décantées. Les résultats concordants auxquels l'auteur est arrivé permettent d'affirmer désormais que la valeur de la différence de potentiel au contact d'un métal et d'un liquide est un nombre parfaitement défini et mesurable. On peut faire sur ces nombres quelques remarques intéressantes, en particulier on constate que la valeur de cette différence de potentiel est en relation directe avec les équivalents chimiques.

Lucien Poincaré.

Langley (S. P.). — **On the observation of sudden Phenomena** (*Sur l'observation des phénomènes soudains*). *American Journal of Science*, 1890.

Fixer avec précision l'instant auquel a lieu un phénomène soudain qui nous est révélé par le sens de la vue, est un problème difficile. On peut admettre que l'image se peint instantanément sur la rétine, mais il faut un certain temps pour que l'impression se transmette au cerveau, et ce temps dépend de l'observateur. M. Langley fait remarquer que l'*équation personnelle* dépend, en outre, du genre de phénomène observé, et qu'il n'est point évident qu'elle sera la même pour un même observateur, si on considère l'apparition d'un astre caché derrière la lune, par exemple, et l'occultation de cet astre. Le problème se simplifie si l'on cherche à déterminer non plus *quand*, mais *où* se voit le phénomène, projeté en quelque sorte sur un champ de vision mobile.

Un exemple fera comprendre la pensée de l'auteur : si un accident arrive à un voyageur emporté par un train rapide et qu'on l'aperçoive d'une chambre où se trouvent deux fenêtres donnant sur la voie, on pourra toujours dire à travers quelle fenêtre on a vu l'accident et si la vitesse du train est uniforme entre deux points auxquels il passe à des instants connus, on pourra, par cette simple observation, resserrer l'intervalle de temps dans lequel l'accident a dû se produire.

Qu'il s'agisse maintenant de l'apparition d'une étoile cachée derrière la lune; regardons le point où elle doit apparaître à travers un diaphragme circulaire divisé en quatre quadrants et tournant en une seconde, un mécanisme d'horlogerie, indépendant de l'observateur, et muni au besoin d'un appareil enregistreur, est disposé de telle sorte que le point étudié entre dans le premier quadrant au commencement de chaque seconde : puis il les parcourt tous les quatre successivement. Il suffira, pour avoir l'instant de l'apparition à $\frac{1}{4}$ de seconde près, de savoir dans quelle seconde elle a eu lieu, et dans quel quadrant on a d'abord vu l'étoile. En divisant chaque quadrant en cinq secteurs, on a le $\frac{1}{20}$ de seconde.

Pour appliquer cette disposition à un télescope, on interposera sur le trajet des rayons lumineux un double prisme à réflexion totale, dont l'effet est de déplacer les rayons lumineux parallèles à l'axe, parallèlement à eux-mêmes et de les rejeter latéralement. Le prisme tourne autour de l'axe optique : il est mû par un mouvement d'horlogerie. L'image réelle de l'astre visé dans le plan focal principal, paraît ainsi décrire une circonférence sur un diaphragme fixe situé sur ce plan et divisé en secteurs.

La méthode dont M. Langley donne là le principe est susceptible d'une grande précision, et peut s'appliquer à des phénomènes soudains de nature quelconque.

Bernard Brunhes.

Winkler (Clemens). — **Réduction des combinaisons oxygénées par le magnésium.** *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, pages* 44, 120, 772. 1890.

Dans ce mémoire, qui sera suivi de plusieurs autres, l'auteur s'est proposé de compléter sur la série des combinaisons binaires oxygénées les résultats déjà connus relativement à l'action réductrice du magnésium à la température du rouge pour y rechercher une nouvelle preuve en faveur de la périodicité des éléments.

M. Clemens Winkler a adopté dans cette étude la division en familles telle qu'elle résulte de la classification de M. Mendeleeff et nous résumerons sous forme de tableaux les résultats obtenus pour chacun de ces groupes.

PREMIÈRE FAMILLE

Groupe principal	*Groupe secondaire*
Carbonates CO^3R^2	Oxydes R^2O
Lithium : 7.01. — Réaction explosive accompagnée de flamme. Le métal réduit disparaît sous forme de vapeurs.	**Cuivre : 63.18.** Détonation assez forte accompagnée de flamme et de projection partielle de la masse.
Sodium : 23.00. — Violente explosion et vaporisation complète, mais condensation partielle sur les parties refroidies.	**Argent : 107.66.** — Réduction presque explosive accompagnée de crépitements et de lueurs.
Potassium : 39.03. — Réduction tranquille et sans danger, commençant à une chaleur modérée, sans flamme et sans vaporisation sensible du métal.	**Or : 196.20.** — Décomposition tranquille de l'oxyde sans intervention du magnésium.
Rubidium : 85.20. — Pas de réaction à une chaleur modérée; à une température plus élevée, réduction tranquille avec une faible incandescence et vaporisation partielle du métal.	
Césium : 132.70. — Pas de réaction.	

Il est à remarquer que ces résultats sont en contradiction avec ceux d'un travail de M. Warren (1) d'après lequel le magnésium ne doit réduire ni les alcalis, ni les terres alcalines.

DEUXIÈME FAMILLE

Groupe principal	*Groupe secondaire*
Oxydes RO	Oxydes RO
La réduction par le magnésium des oxydes de ce groupe présente la gradation suivante : Elle diminue du béryllium au magnésium pour lequel elle est nulle, augmente *faiblement* de ce dernier au calcium puis d'une manière *plus sensible* jusqu'au strontium l'augmentation étant enfin *très marquée* du strontium au baryum. L'augmentation à partir du magnésium croît donc en même temps que le poids atomique. Pour aucun de ces corps on n'observe la vaporisation du métal.	La réduction des oxydes de ce groupe secondaire est en général très vive. Du zinc pour lequel elle est explosive, elle diminue jusqu'au cadmium pour croître et reprendre à peu près la même intensité avec le mercure. Le dégagement de chaleur qui accompagne la réaction vaporise partiellement ou totalement le métal libre.

TROISIÈME FAMILLE

Groupe principal	*Groupe secondaire*
Oxydes R^2O^3	Oxydes R^2O^3
Bore : 10.90. — L'anhydride borique et le borax sont facilement réduits par le magnésium sous l'influence de la chaleur, mais le bore n'est pas le produit final de la réaction : on obtient ainsi un borure de magnésium qui ne se comporte pas toujours de la même manière vis-à-vis des acides. L'acide chlorhydrique dégage de ce borure un composé gazeux de bore et d'hydrogène que l'auteur n'a pu jusqu'à présent obtenir pur et dans certains cas on a comme résidu de l'attaque une combinaison solide de bore et d'hydrogène ayant pour formule B^8H.	L'action réductrice du magnésium sur les oxydes de ce groupe est très vive et d'autant plus énergique que le poids moléculaire est plus élevé. Le thallium seul présente une exception tenant à ce que le peroxyde de thallium se dédouble en oxygène et sous-oxyde avant que la température de réduction ne soit atteinte. Ce dernier oxyde est irréductible, mais si on le transforme en carbonate la réduction s'effectue avec explosion.
Aluminium : 27.04. — L'alumine donne une poudre brune que l'auteur regarde comme de l'aluminate de magnésium ou spinelle $MgAl^2O^4$.	

H. GAUTIER.

(1) Warren, *Chemical News*, 1889, 187.

Poisson (Albert). — **Cinq traités d'Alchimie des plus grands philosophes.** *Traduits du latin* (5 fr.). *Chacornac*, 11, *Quai S. Michel, Paris*, 1890.

Nous signalons à nos lecteurs cet intéressant volume qui a une grande importance au point de vue de l'histoire de la Chimie. Avec la « *Collection des Alchimistes grecs* » de M. Berthelot on avait appris à connaître les théories chimiques de l'antiquité (III, IV et V^e^ siècle; avec l'ouvrage de M. Poisson ce sont les traités d'Alchimie de Roger Bacon, Arnauld de Villeneuve, Paracelse, Raymond Lulle, Albert le Grand.

Arnaul de Villeneuve émet dans son traité « *Le Chemin du Chemin* » des idées particulières sur la *distillation*; dans tout corps qu'on distille l'eau, le feu et l'air passent; la *terre* reste comme résidu.

Le traité de Roger Bacon est surtout théorique : on y trouve clairement exposées les idées fondamentales de la philosophie hermétique : tous les corps sont composés de soufre et de mercure, principes particuliers correspondant aux propriétés physiques et chimiques des corps. Mais ces deux principes eux-mêmes ne sont que modifications de la matière, une en son essence.

Albert le Grand brille surtout par la pratique et explique dans son chapitre « de *la sublimation du Mercure* », la préparation du *sublimé corrosif* aussi nettement que possible; de même pour *l'eau régale* et *l'acide azotique*.

Raymond Lulle, dans la « *Clavicule* » parle de la chaux d'argent et de divers acides.

Enfin, Paracelse faisant agir à chaud *l'eau régale* sur le *Cinabre*, signale le dégagement d'un esprit coloré, qu'il appelle *lion rouge*, *fumée rouge*, *élément du feu*. C'est le gaz hypoazotique.

Tel est en résumé l'ouvrage de M. Albert Poisson. Ce n'est, il est vrai, qu'une traduction; mais ce livre fait connaître l'Alchimie sous un jour nouveau; à ce titre il intéressera vivement tous ceux qui étudient la chimie.

C. NAUD.

3° Sciences naturelles.

De Stefani (C). — **Le Pieghe delle Alpi Apuane. Contribuzione agli studi sull' origine delle Montagne.** *gr. in-8, 115 p. deux planches de coupes et une carte géol. en couleurs au 1:25,000^e^. Florence, Le Monnier*, 1890. (*Pubblicazioni del R. Istituto di Studi Superiori pratici in Firenze, Sezione di Sc. fis. e. nat.*).

Les *Alpes apuennes* des géologues italiens ne font pas partie de la chaîne des Alpes proprement dites, mais bien de la zone intermittente de massifs anciens qui accompagnent à distance la chaîne des Apennins, du côté de la mer Tyrrhénienne; ce petit groupe montagneux se dresse entre les vallées du Serchio et de la Magra, au N. de Pise et à l'E. de Carrare. L'excellente

monographie de M. de Stefani est principalement destinée, comme son titre l'indique, à l'étude de ses caractères tectoniques.

Dans une première partie, l'auteur passe en revue les terrains successifs, en commençant par les plus anciens ; la série stratifiée des Alpes apuennes présente de nombreuses lacunes ; elle commence avec le Silurien moyen fossilifère (Orthoceras, Crinoïdes) dans lequel sont intercalés de véritables *gneiss* microcristallins, analogues aux roches considérées par M. Zaccagna comme permiennes, dans les Alpes Occidentales. Au-dessus vient une série triasique extrêmement puissante, comprenant des calcaires, des dolomies, des cipolins, des jaspes, des phyllades, quartzites, micaschistes, etc., et dont font partie les célèbres *marbres de Carrare ;* des fossiles assez nombreux permettent de paralléliser ces couches avec le Trias moyen et supérieur des Alpes Orientales. L'infralias, puis différents termes de la série jurassique et crétacée, enfin des étages tertiaires très variés affleurent successivement sur les bords du noyau triasique.

Passant ensuite à l'étude des faits de structure, M. de Stefani fait connaître en détail les plis qui entrent dans la constitution de ce petit groupe montagneux. Pour faciliter la description, il désigne les anticlinaires par des majuscules se suivant dans l'ordre de l'alphabet et les synclinaux par la réunion des deux lettres affectées à chacun des anticlinaux adjacents. Par le soin apporté au dessin des contours, la carte de la partie centrale des Alpes apuennes jointe au texte est un vrai modèle ; l'auteur n'a pas négligé, comme on le fait trop souvent, d'y indiquer la trace des coupes et l'affleurement du plan axial des plis, ainsi que le sens dans lequel ces derniers sont déjetés.

Parmi les faits les plus intéressants que cette carte permet de constater, on doit signaler l'allure curviligne des axes anticlinaux autour des deux centres de Monte Corchia et surtout du Monte Sumbra : les deux ailes de plis tournants sont amenées à s'y opposer l'une à l'autre, comme dans les exemples récemment découverts en Provence par M. Bertrand. L'examen du même document met en pleine lumière, bien que sur une petite échelle, plusieurs vérités capitales, dont toutes les recherches orogéniques contemporaines tendent de plus en plus à faire ressortir l'importance ; telles sont : l'absence de vraies failles comme dans toutes les régions plissées typiques, — le rôle des renversements et des actions horizontales, — la nécessité où l'on se trouve de conclure avec prudence, dans les pays dont la coupe-type n'est pas connue, si l'on ne veut pas s'exposer à confondre les plans de superposition normale et les plans de superposition mécanique, sensiblement parallèles aux premiers et irrégulièrement découpés comme eux par l'érosion, — la fréquence des plis couchés, — l'absence de parallélisme rigoureux pour les plis synchroniques, — la formation des vallées transversales et de l'ensemble du modelé topographique par voie de simple excavation superficielle, sans rapports directs avec les phénomènes d'origine interne, etc. Ces points, et beaucoup d'autres conséquences intéressantes des faits observés, sont traités avec les développements nécessaires dans la seconde partie de l'ouvrage, qui justifie pleinement, comme on le voit, son sous-titre de *Contribution à l'étude du mode de formation des montagnes.* Emm. de MARGERIE

Klebs. Expériences sur la reproduction de l'Hydrodictyon utriculatum. *Ein Beitrag zur Physiologie der Fortpflanzung. Flora*, 1890, *n.* 5.

L'auteur s'est proposé de rechercher dans quelle mesure les conditions extérieures influencent la reproduction. Ses recherches ont été faites sur *l'Hydrodictyon utriculatum*, algue de la famille des *Cénobiées*, dont le thalle consiste en un réseau à larges mailles formant un sac irrégulier. Les *Hydrodictyées* se multiplient par reproduction asexuelle au moyen de zoospores et par reproduction sexuelle à l'aide de gamètes dont la fusion produit un œuf. Les recherches de l'auteur démontrent que l'alternance des générations asexuelles et sexuelles n'est pas régulière, ni déterminée d'une façon immuable par l'hérédité ; elle est sous la dépendance immédiate du milieu : ce sont les conditions extérieures qui font apparaître tantôt l'un, tantôt l'autre de ces deux modes de multiplication.

La méthode suivante permet de provoquer à coup sûr la formation de zoopores : on cultive l'algue quelque temps dans une solution de sels nutritifs à 0,5 % ou à 1 %, puis on les porte dans l'eau pure. Le mélange de sels est fait d'une partie d'azotate de potassium, 1 p. de sulfate de magnésie, 1 p. de phosphate de potassium et 4 parties de nitrate de calcium. Au bout de quelque temps de séjour dans la solution, les cellules acquièrent une tendance marquée à la production de zoospores ; mais le phénomène s'arrête là : pour qu'il aille plus loin, pour que les zoospores se forment, il faut faire passer les cellules de la solution saline dans l'eau pure. Cependant l'eau pure peut être remplacée par une solution de sucre même à 10 % : ceci prouve que ce n'était pas la concentration du milieu qui empêchait la production de zoospores lorsque les cellules se trouvaient dans la solution saline. La tendance à la production de zoospores s'établit dans tous les réseaux d'*Hydrodictyon*, quelle que soit leur provenance, quelles que soient les conditions dans lesquelles ils ont vécu antérieurement à l'expérience : *le phénomène s'accomplit avec la certitude et la constance d'une réaction chimique.*

D'autres sels, moins importants au point de vue de la nutrition, ont peu ou n'ont pas d'action. La chaleur intervient dans le phénomène comme dans toute autre manifestation vitale. La lumière est un facteur indispensable ; il est probable qu'elle agit en favorisant les actions chimiques dans la cellule et surtout en activant les oxydations et les réductions.

M. Klebs cherche en vain à expliquer pourquoi le passage de la solution saline dans l'eau pure permet aux cellules de produire des zoospores. D'après lui, l'action des sels nutritifs sur la formation des zoospores implique leur passage au travers du protoplasme et leur pénétration dans le suc cellulaire. Croyant que l'action de l'eau était due à un changement dans la pression osmotique du suc cellulaire, il a employé la méthode de la plasmolyse pour déterminer la valeur de cette pression. Il a constaté que la pression osmotique qui règne dans les cellules de l'*Hydrodictyon* varie considérablement suivant les conditions dans lesquelles les cellules ont antérieurement vécu. Ce fait, intéressant en lui-même, ne donne nullement l'explication du phénomène. L'auteur recherche ensuite l'influence de substances organiques sur la formation des zoospores. La maltose et la dulcite ont une action favorisante, mais cette action diffère essentiellement de celle des solutions salines en ce que ces corps déterminent d'emblée la production des zoospores ; de plus, la maltose et la dulcite n'agissent que lorsque les cellules ont déjà par elles-mêmes une certaine tendance à la reproduction asexuelle.

Pour former des zoospores l'algue doit nécessairement se trouver dans un milieu liquide ; cultivée dans une atmosphère humide, sur de la tourte par exemple, elle n'en produit pas.

Passons maintenant à la reproduction sexuelle. Il est plus difficile de forcer l'*Hydrodictyon* à donner des gamètes que de lui faire produire des zoospores. En général, on y réussit en cultivant l'algue dans une solution de sucre à 5 %. On peut aussi employer la glycérine. Certaines conditions de milieu prédisposent à la reproduction sexuelle : ainsi la culture dans un cristallisoir contenant peu d'eau et placé devant une fenêtre ensoleillée. La lactose, la mannite et l'érythrite favorisent la production de gamètes ; la glycose, la dextrine, la lévulose sont sans action.

Fait important, la formation de gamètes est indépendante de l'action de la lumière.

Vient ensuite une série d'expériences fort intéressantes. Toutes les cellules d'un même réseau d'*Hydrodictyon* sont des cellules sœurs ayant vraisemblablement les mêmes tendances héréditaires ; si donc on parvient à faire produire aux unes des gamètes, aux autres des zoospores, on est en droit de conclure que seules les conditions extérieures déterminent l'apparition de l'un ou de l'autre mode de reproduction. Or il est aisé de faire produire des zoospores à des *Hydrodictyon* dont certaines cellules sont en train de donner des gamètes. Il suffit pour cela de les placer dans la solution saline en pleine lumière. Il n'est pas aussi facile d'opérer la transformation inverse; cependant on y parvient de la façon suivante : un réseau d'*Hydrodictyon* est cultivé dans une solution de maltose ou de dulcite; il s'y développe une tendance à la formation de zoospores, on divise le réseau en deux moitiés ; on en laisse une part à la lumière, tandis qu'on porte l'autre à l'obscurité ; la prémière donne des zoospores, la seconde des gamètes ; replacée à la lumière, cette dernière se remet à produire des zoospores. Il y a une restriction à faire à ce propos : il faut, dit l'auteur, pour que la transformation s'opère, que les cellules n'aient pas au préalable une tendance trop marquée soit à la formation de zoospores, soit à la production de gamètes. Nous ferons remarquer qu'il y a là une certaine obscurité résultant de l'impossibilité où l'on se trouve de reconnaître à des caractères apparents si la cellule possède telle ou telle tendance.

Autre expérience importante : on prend des *Hydrodictyon* qui ont séjourné dans la solution saline; ils y ont acquis, comme on sait, une grande tendance à la production de zoospores; si on la place dans l'eau ou dans une solution de sucre à 5 % devant une fenêtre où la lumière est faible et la température basse, et qu'après une dizaine de jours on les transporte dans un thermostat à 28°, on voit se former très rapidement une grande quantité de gamètes.

Dans la Nature, les facteurs se mêlent et leurs combinaisons varient constamment; il est donc bien difficile d'obtenir de l'observation des résultats précis.

Les conclusions finales de l'auteur sont les suivantes : il n'y a pas chez l'*Hydrodictyon* de générations destinées d'avance à produire des gamètes ou des zoospores; bien plus, chaque cellule peut être amenée à présenter l'un ou l'autre de ces deux modes de reproduction ; l'apparition de corps reproducteurs asexués ou sexués dépend uniquement des conditions extérieures. Il n'y a pas non plus de succession régulière et déterminée de générations sexuées ou asexuées.

Ch. Bordet.

Montillot (Louis). — **L'amateur d'insectes.** — *Préface par le Professeur Laboulbène. (Bibliothèque des Connaissances utiles) 4 fr. J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris,* 1890.

Ce petit volume est, comme son titre l'indique, destiné aux amateurs; il débute par des notions succinctes de l'organisation des Insectes et les procédés de chasse et de récolte. L'auteur décrit ensuite les espèces que le collectionneur est susceptible de rencontrer. C'est en somme un bon petit livre pratique.

C. Naud.

Bernard (Félix), *Aide-naturaliste au Muséum.* — **Recherches sur les organes palléaux des Gastéropodes Prosobranches.** *Thèse pour le doctorat ès sciences, in-8° de 315 pages et 10 planches. Annales des Sciences naturelles, 7e série, tome 9. G. Masson, 120, Boulevard Saint-Germain. Paris,* 1890.

Ce travail fait partie d'une série d'études comparatives sur les Gastéropodes Prosobranches, M. Bernard a étudié pour sa part le manteau et les organes qui en dépendent : branchie, organe de Spengel (fausse branchie) et glande à mucus.

La constitution typique d'un organe de Spengel bien différencié (Cassidaire) est la suivante ; c'est un organe allongé, dont la partie médiane est occupée par un gros ganglion et qui porte latéralement des feuillets disposés par paires ; sur le côté inférieur de chaque feuillet se trouve un gros nerf, dont les ramifications se terminent dans de nombreuses cellules neuro-épithéliales (cellules de Flemming).

Chez les Prosobranches inférieurs (Diotocardes) l'organe de Spengel est rudimentaire ; une portion seulement d'un des nerfs émis par le ganglion branchial devient sensorielle (minimum chez *Fissurella*, maximum chez *Haliotis*). Il ne peut être question d'homologuer cette région sensorielle à des branchies rudimentaires, comme on l'avait proposé pour l'*Haliotis*.

Chez les Monotocardes, types plus normaux, il n'y a plus de ganglion branchial ; la zone sensorielle des types précédents s'est différenciée en un organe terminal, où aboutissent de gros nerfs (organe de Spengel, organe de Lacaze-Duthiers). Chez les Pulmonés aquatiques, comme l'a découvert M. de Lacaze-Duthiers, il y a une invagination épithéliale pénétrant dans un ganglion ; chez la Paludine, le long bourrelet qui représente l'organe de Spengel montre jusqu'à une vingtaine de culs-de-sac. Enfin toute trace de cet appareil manque complètement chez les Pulmonés terrestres (sauf *Cyclostoma*), les Hélicinidés et Cyclophoridés, également terrestres, et chez les Succinées aquatiques.

L'auteur étudie ensuite la branchie, dont il décrit avec soin l'épithélium externe, avec ses cellules indifférentes, mucipares et neuro-épithéliales ; la membrane de soutien qui s'épaissit considérablement (tissu conjonctif anhiste) au pourtour de la lacune efférente ; la couche musculaire et notamment les trabécules, traversant la branchie perpendiculairement aux faces, et enfin le système nerveux. Comme l'auteur le fait remarquer avec raison, il ne faut point parler de capillaires branchiaux; c'est un réseau entièrement lacunaire.

A propos de la glande à mucus, M. Bernard s'occupe du processus même de la sécrétion du mucus; les cellules mucipares sont toujours dépourvues de cils ; la sécrétion s'opère par le rejet du mucus, s'échappant par une ouverture pratiquée au sommet de la cellule ; le noyau et le protoplasma restent en place et peuvent continuer à sécréter.

M. Bernard termine par la synthèse de ses résultats histologiques et morphologiques : 1° Il montre que, partout où il y a des cellules sensorielles de Flemming, il se manifeste une certaine sensibilité tactile et une irritabilité que l'on peut considérer comme olfactive ; les organes de Spengel représentent un haut degré de différenciation sensorielle. 2° L'histologie du tissu conjonctif montre une identité complète pour les Prosobranches avec les résultats obtenus par Brock chez les Pulmonés et les Opistobranches. 3° Les lacunes sanguines sont des espaces creusés dans le tissu conjonctif ; dans quelques cas elles paraissent dépourvues d'endothélium ; chez quelques types (Cassidaire, Buccin) les imprégnations d'argent révèlent dans les sinus un véritable endothélium. 4° Un chapitre sur la comparaison morphologique du système veineux palléal chez les Diotocardes et les Monotocardes. 5° Enfin les applications à la classification ; M. Bernard adopte complètement la classification proposée par M. Rémy Perrier (modification de celle de M. Bouvier) dont le travail a été résumé récemment dans cette *Revue*.

Par ses recherches si détaillées et si précises, M. Félix Bernard a ajouté un chapitre des plus intéressants à l'histoire si compliquée et si difficile du grand groupe des Gastéropodes. L. Cuénot.

Duval (Mathias). — **Le Placenta des Rongeurs.** — *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. Juillet* 1889, *novembre* 1889, *janvier* 1890. *Comptes-rendus de la Société de Biologie, octobre, novembre et décembre* 1890. *Paris.*

Le savant professeur de la Faculté de Médecine a

entrepris l'étude du placenta des Rongeurs ; dans un premier mémoire, il a fait connaître ses recherches sur l'évolution du placenta du lapin, et il vient de publier récemment quelques notes qui nous promettent d'aussi intéressants résultats en ce qui concerne le placenta du rat et de la souris.

Le fait fondamental, celui qui domine tous les autres, c'est que l'élément anatomique du placenta est d'origine ectodermique et fœtale. Au cours du développement du placenta, les éléments anatomiques maternels sont graduellement remplacés par les éléments ectodermiques fœtaux, si bien qu'à la période d'achèvement du placenta celui-ci est, pour ainsi dire, tout entier de constitution fœtale. C'est un composé de lacunes et de canaux remplis de sang maternel, mais dont la paroi est formée d'éléments dérivés de l'ectoderme du fœtus ; dans ces lacunes et ces canaux baignent à nu, c'est-à-dire sans autre intermédiaire que leur endothélium, les capillaires fœtaux. Suivant l'expression de M. Mathias Duval le placenta « représente à son origine une hémorrhagie maternelle circonscrite et enkystée par des éléments fœtaux ectodermiques », formule qui, d'après les récentes recherches de M. Duval, est chez le rat et la souris, non plus une image schématisant la signification du placenta, mais l'expression même des faits. Dans un chapitre critique du plus haut intérêt, le savant embryologiste montre que ces notions si nouvelles sont applicables non seulement aux Rongeurs mais à tous les mammifères.

L'auteur divise en trois périodes la marche de l'évolution du placenta : 1° période de formation, 2° période de remaniement, 3° période d'achèvement.

Tout à fait au début, l'œuf est complètement libre dans la cavité utérine, mais la muqueuse de l'utérus offre sur son bord mésométrique (bord adhérent de la corne utérine) deux lobes renflés ou *cotylédons maternels* séparés par un sillon intercotylédonaire. Il faut connaître la structure de ces cotylédons pour comprendre les diverses phases de l'évolution du placenta. Ils résultent d'une hypertrophie du chorion de la muqueuse utérine et consistent en un tissu cellulaire lâche, très vasculaire. Les vaisseaux profonds se distinguent, par une adventice formée d'une ou plusieurs couches de cellules vésiculeuses, des vaisseaux superficiels réduits à leur paroi endothéliale. Il y a donc à distinguer deux régions dont nous verrons s'accentuer ultérieurement les caractères distinctifs. Une troisième région est représentée par l'épithélium de la muqueuse qui forme de nombreuses saillies et des invaginations ou glandes peu profondes. Point important à noter : dès cette époque, l'épithélium au niveau des saillies de la muqueuse est profondément altéré. Ses cellules ont perdu leurs limites et constituent un revêtement homogène où les noyaux occupent la face profonde.

Période de formation. — De la fin du septième jour au neuvième jour, l'œuf se fixe aux cotylédons maternels. A cet effet, l'ectoderme à une certaine distance de l'embryon s'épaissit en formant de chaque côté de celui-ci une sorte de croissant (croissants ectoplacentaires). Ces deux croissants qui sont la première ébauche de l'*ectoplacenta* correspondent en position aux colytédons maternels et l'embryon se trouve par suite entre eux en regard du sillon intercotylédonaire. L'ectoplacenta en s'épaississant se moule sur les saillies des cotylédons, y détermine la disparition de l'épithélium et pénètre dans les invaginations glandulaires. En même temps, sa structure se modifie considérablement. D'abord formé de cellules uniformément polyédriques, il se montre bientôt divisé en deux assises, une profonde dont la structure n'a pas varié, et une superficielle où les parois des cellules ont disparu ne laissant plus qu'une couche protoplasmique homogène avec nombreux noyaux.

L'auteur désigne cette couche sous le nom de *couche plasmodiale* de l'ectoplacenta pour la distinguer de la *couche cellulaire* profonde. Cette couche plasmodiale va prendre dorénavant une importance considérable. Elle pénètre tout d'abord dans les invaginations glandulaires des cotylédons maternels et envoie, d'autre part, après la disparition de l'épithélium de la muqueuse, des poussées de prolifération dans l'épaisseur du chorion. Ces poussées arrivent au contact des vaisseaux superficiels, les englobent, déterminent l'atrophie de leur endothélium et les transforment ainsi en lacunes. L'ectoplacenta est donc à cette époque une sorte de coulée ectodermique, épaisse, d'origine fœtale, parcourue de lacunes remplies de sang maternel (lacunes sangui-maternelles).

Période de remaniement. — Elle s'étend du dixième jour au vingt-cinquième jour. Au début de cette période, les cotylédons maternels ont encore augmenté d'épaisseur. L'adventice des vaisseaux profonds s'est accrue et ceux-ci forment une zone bien distincte que l'auteur désigne sous le nom de *région des sinus utérins des cotylédons*. Les vaisseaux superficiels étaient, avons-nous dit, limités simplement par leur endothélium. Nous avons vu que les plus proches de la surface de la muqueuse ont été envahis par la couche plasmodiale ectoplacentaire. Or, entre la région des sinus utérins et l'ectoplacenta en développement, on voit se différencier une *région intermédiaire* caractérisée par la transformation des cellules conjonctives étoilées en volumineuses cellules vésiculeuses à plusieurs noyaux. Ces cellules vésiculeuses forment un tissu homogène dans lequel se voient les sinus vasculaires. Ceux-ci se font remarquer par la structure de leur paroi dont l'endothélium est bientôt remplacé (onzième jour) par une couche protoplasmique parsemée de noyaux et qui n'est autre chose qu'un revêtement formé par l'ectoplacenta ayant coulé pour ainsi dire des lacunes sangui-maternelles décrites précédemment dans les sinus intermédiaires qui leur font suite. Ici comme là, il détermine la disparition de l'endothélium et forme aux sinus une couche plasmodiale endovasculaire. En même temps que progresse cette invasion de la couche plasmodiale, l'ectoplacenta est le siège de profondes modifications qui caractérisent la période de remaniement et qui ont pour point de départ l'entrée en jeu des éléments mésodermiques de la lame fibro-cutanée. Ceux-ci pénétrant l'ectoplacenta perpendiculairement à sa face fœtale y envoient des prolongements qui tendent à le morceler. Bientôt des vaisseaux allantoïdiens se joignent aux éléments mésodermiques et il se forme ainsi une série de *colonnes* comprenant chacune une lacune sangui-maternelle séparée des voisines par une cloison mésodermique vasculaire. La hauteur de ces colonnes est limitée, les cloisons mésodermiques ne s'étendant jamais jusqu'à la *région intermédiaire* des cotylédons dont leur extrémité profonde reste séparée par une lame d'ectoplacenta non morcelée formant la *lame limitante ectoplacentaire*. Les colonnes ectoplacentaires ou lobes passent, du douzième au quatorzième jour, à l'état de *complexus tubulaire*. Le mécanisme de cette transformation est le suivant : d'une part, des lames mésodermiques émanées des cloisons intercolonnaires pénètrent la masse de la colonne et la divisent en segments. D'autre part, il se fait des végétations plasmodiales sur les parois ectoplasmiques des lacunes colonnaires sangui-maternelles. Finalement, chaque colonne primitive est subdivisée en plusieurs tubes à peu près parallèles limités par une couche plasmodiale ectoplacentaire et séparés par des cloisons mésodermiques vasculaires. Chaque colonne est donc devenue un complexus tubulaire ou lobe. Ajoutons que le processus s'est localisé dans les régions moyennes des colonnes, de telle sorte que ces complexus tubulaires aboutissent à leurs deux extrémités à des lacunes plus larges non cloisonnées, les *confluents*.

Vers le quinzième jour commence un nouveau travail semblable au précédent qui aboutit à la division des lobes ou complexus tubulaires en *lobules* ou *complexus canaliculaires*. Chaque tube se divise en plusieurs canalicules. Mais tandis que pour la formation des tubes, le tissu mésodermique envoyait à la fois des

éléments cellulaires et des vaisseaux, pour la formation des canalicules, il n'envoie que des vaisseaux. Un lobule n'est donc qu'un complexus de canalicules à paroi plasmodiale séparés par des vaisseaux fœtaux.

Période d'achèvement. — Elle se caractérise par une dernière simplification consistant dans la fonte et la résorption graduelle de la couche plasmodiale des canalicules si bien que le placenta consiste en définitive en canaux remplis de sang maternel dans lesquels baignent directement les vaisseaux fœtaux. L'endothélium des vaisseaux sépare seul ainsi le sang fœtal du sang maternel, condition particulièrement favorable et que nous avions annoncée au début de ce résumé.

Si l'on examine ce qu'est à cette époque le placenta, on constate que par suite du développement énorme qu'a pris l'ectoplacenta, la région intermédiaire puis la région des sinus utérins se sont considérablement atrophiées jusqu'à permettre de considérer le placenta comme à peu près entièrement formé par l'ectoplacenta. En fait, les cotylédons utérins ont disparu. M. Mathias Duval appelle toutefois l'attention sur une couche peu épaisse (couche vésiculeuse permanente ou protectrice) qui s'est différenciée dès le début de la période de remaniement à la face profonde des cotylédons, au contact de la musculature. Cette couche est caractérisée par l'état vésiculeux de ses cellules et par ses lacunes peu dilatées que n'envahit jamais la couche plasmodiale ectoplacentaire. Aussi ne subit-elle pas les phases de régression qui détruisent les autres parties des cotylédons maternels. Elle constitue une sorte de plateau solide où le petit calibre des vaisseaux aura pour but de réduire au minimum l'hémorrhagie au moment où cette couche se séparera de la musculature pour suivre les autres parties du placenta lors de la parturition. Chez le lapin, lorsque le placenta s'est détaché, la plaie produite est immédiatement recouverte par la muqueuse voisine qui glisse et vient revêtir la surface mise à nu. Il n'en est pas de même chez le rat et la souris où il reste toujours au niveau de la plaie placentaire une petite région à nu. Dans ses récentes recherches, M. Duval a pu établir que la réparation de l'épithélium en cette région s'opère par transformation des cellules conjonctives du chorion de la muqueuse. Ce mode, invraisemblable au premier abord, s'explique fort bien si, avec M. Duval, on se souvient que l'épithélium utérin est d'origine mésodermique, et que, dès lors, rien n'empêche d'admettre qu'il peut se réparer par transformation de cellules mésodermiques.

M. Mathias Duval donne encore d'intéressants détails sur le sens de la circulation dans le placenta. Le sang fœtal marche en sens inverse du sang maternel. Divers points relatifs aux autres formations fœtales sont aussi traitées avec soin. Nous signalerons en particulier la description du singulier phénomène de l'invagination de l'hémisphère supérieur de l'œuf dans l'hémisphère inférieur, mais sans y insister, l'analyse de ce point pouvant être reprise à propos de la question de l'inversion des feuillets chez les Rongeurs que l'auteur doit traiter tout au long dans un futur mémoire et à laquelle l'invagination en question chez le lapin peut être comparée.

Dr H. Beauregard.

4° Sciences médicales.

Cristiani (Hector). — **Gastrostomie pour cancer de l'œsophage.** *Revue médicale de la Suisse Romande, Genève*, 20 *juillet* 1890.

L'opération faite par M. Cristiani est un succès opératoire de plus à l'actif de la gastrostomie, qui fait peu à peu son chemin malgré les réquisitoires violents qu'on a dressés contre elle. M. Cristiani adopte le principe de l'invasion très petite de l'estomac, posé par M. Terrier, mais rejette la suture de la muqueuse à la peau, qu'a préconisée le même chirurgien. Il place une sonde dans la fistule, ce qui nous semble inutile; la sonde ne pouvant, comme le fait s'est du reste produit dans l'observation relatée, que dilater l'orifice fistuleux. Un orifice petit placé près du cardia, reste parfaitement ferme et ne laisse absolument rien sortir du contenu stomacal comme nous avons pu le constater chez une de nos opérées; c'est là un fait d'une importance capitale, car il permet de laisser de côté toutes les discussions sur les auto-digestions de la peau, que M. Cristiani croit dues à l'action d'un suc gastrique acide. Malgré le succès qu'il a obtenu, M. Cristiani pense qu'on ne doit recourir à la gastrostomie que dans les cas de rétrécissements infranchissables, opinion qui nous semble un peu timide, convaincu que nous sommes de l'absolue bénignité de cette opération lorsqu'elle est pratiquée sous le couvert de certaines précautions.

Dr Henri Hartmann.

Lannelogue et **Achard.** — **Étude microbiologique de dix kystes congénitaux.** *Annales de l'Institut Pasteur*, 1890.

Les auteurs, dont la compétence en fait de kystes congénitaux est de premier ordre, ont mis à profit leurs savantes recherches sur ces curieuses productions pathologiques pour tâcher d'élucider quelques notions encore obscures de bactériologie. L'organisme à l'état normal est-il absolument protégé contre l'invasion microbienne par l'intégrité de son revêtement epithélial interne et externe? Les tumeurs susceptibles de généralisation à distance peuvent-elles avoir une origine parasitaire?

Les auteurs ont étudié à ce point de vue dix kystes congénitaux, variables quant à leur espèce. Sur ces dix cas, huit ont donné un résultat tout à fait négatif comme recherche bactériologique. En ce qui concerne les deux cas où l'examen bactériologique a révélé l'existence des microbes, il semble que les micro-organismes n'ont pénétré dans le kyste que secondairement. Dans un cas, en effet, il y avait un orifice communiquant avec l'air extérieur; dans l'autre on voyait une cicatrice, indice très probable d'une communication antérieure.

MM. Lannelongue et Achard sont donc autorisés à conclure que la cavité des kystes congénitaux ne renferme pas de microbes, tant qu'elle n'a pas été mise en communication avec le monde extérieur.

Dr H. Dubief.

Tchistowitch (Dr), — de Saint-Pétersbourg. **Etudes sur la pneumonie fibrineuse.** *Annales de l'Institut Pasteur*, 1890.

Ce travail, fait à l'Institut Pasteur sous l'inspiration et la direction de M. Metchnikoff, est une contribution à l'étude de la phagocytose. L'auteur s'est demandé quelle part prennent les phagocytes dans la lutte de l'organisme contre le *Streptococcus lanceolatus*. Ses conclusions se résument ainsi : On trouve la même différence dans les rapports du *Diplococcus* avec les éléments cellulaires chez les animaux réfractaires et non réfractaires dans les poumons, le tissu sous-cutané et la chambre antérieure de l'œil. Chez les animaux non réfractaires, les coccus n'amènent qu'une réaction inflammatoire locale insignifiante, peu de réaction phagocytaire. Au contraire chez les animaux réfractaires, il se développe à l'endroit de l'inoculation un très vif processus inflammatoire local, avec mobilisation en masse des leucocytes et un phagocytisme plus ou moins prononcé. En outre l'introduction des diplocoques dans la chambre antérieure de l'œil permet de constater que ce milieu dépourvu de leucocytes est un milieu favorable pour leur développement aussi bien chez les animaux réfractaires que chez les non-réfractaires. C'est là, on le voit, un résultat qui vient donner un appui sérieux à la théorie phagocytique.

Il est bien entendu que l'organisme étudié sous le nom de *Streptococcus lanceolatus* par M. Tchestowitch est le *Diplococcus pneumonæ*, de Weichselbaum Sternberg etc... et de tous les auteurs.

Dr H. Dubief.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 janvier 1891

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Picard** : Sur la représentation approchée des fonctions. — M. **E. Amigues** : Démonstration purement algébrique du théorème fondamental de la théorie des équations. — M. **H. Minkowski** : Théorèmes arithmétiques. — M. **A. de Saint-Germain** ajoute quelques détails à la théorie donnée par M. Resal sur le mouvement d'un double cône qui paraît remonter sur deux droites également inclinées. — M. **A. Potier** donne une solution générale du problème que soulève l'énoncé du principe d'Huygens : Rechercher comment doivent être distribuées sur une surface enveloppant les centres d'ébranlement, les sources fictives qui leur sont équivalentes pour les points extérieurs à cette surface, ainsi que la nature du mouvement produit par chacune de ces sources. — M. **Phillips** avait obtenu l'isochronisme des oscillations du pendule, petites ou grandes, en y adaptant un ressort agissant sur la tige du pendule par une bielle. Il avait établi la théorie de ce mécanisme dans une note que M. **Wolf** présente à l'Académie, en ajoutant que les expériences faites à l'Observatoire sur cet appareil ont fait constater que l'isochronisme est réalisé. — M. **G. Defforges** a déterminé la loi de variation de la durée d'oscillation et de l'amplitude des pendules de Brunner, en fonction de la pression du fluide environnant. — M. **F. Gonnessiat** : Sur l'équation personnelle dans les observations de passages. — MM. **G. Rayet** et **L. Picard** : Observation des comètes Zona et Brooks (1890, II) faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. **Flammarion** fait observer que l'astre signalé par M. Lescarbault dans la constellation du Lion, comme une étoile nouvelle, n'est autre que *Saturne*.

2° Sciences physiques. — M. **A. Cornu** entretient l'Académie d'une expérience récente de M. **Wiener** qui, en faisant tomber un faisceau de lumière polarisée sur un miroir à 45° et interposant une pellicule photographique transparente près du point d'incidence, obtient des franges lorsque le plan de polarisation coïncide avec le plan formé par le rayon incident et le rayon réfléchi ; l'interférence qui se produit dans ce cas démontre que les vibrations de la lumière polarisée se font normalement au plan de polarisation ; M. Cornu remarque, en outre, que cette expérience précise par un fait palpable le caractère dynamique de la vibration lumineuse. — M. **Ch.-Ed. Guillaume** établit une formule destinée à la détermination exacte de la résistance d'une dérivation, pour servir dans les cas où on emploie une caisse de résistance à double entrée à donner des valeurs fractionnaires de l'unité. — M. **Renou**, à propos de la note de M. **Guillaume** du 12 janvier, rappelle que la tige correctrice sans réservoir, appliquée à la correction de la tige émergente d'un thermomètre, est employée à l'Observatoire du Parc Saint-Maur depuis 1881. — M. **Moureaux** signale que la courbe du magnétographe de l'Observatoire du Parc Saint-Maur a présenté le 15 janvier une légère oscillation en coïncidence exacte avec le tremblement de terre qui s'est fait sentir ce jour-là en Algérie. — M. **E. Semmola** présente diverses considérations sur la différence des hauteurs barométriques entre Naples et l'Observatoire du Vésuve. — M. **D. Gernez** : Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination des combinaisons formées par les solutions aqueuses d'acide malique avec les phosphomolybdates alcalins blancs. — M. **Ostwald** introduit une réclamation de priorité en son nom et en celui de ses élèves, relativement aux lois signalées par M. D. Berthelot (*Comptes Rendus*, 5 *janv.* 1891) sur les conductibilités des acides organiques isomères et de leurs sels. — M. **D. Berthelot** indique les différences qui distinguent son travail de celui de M. Ostwald. — M. **A. Minet** décrit un nouveau dispositif pour l'électrolyse du fluorure d'aluminium fondu, au moyen duquel il obtient un bien meilleur rendement. — M. **Scheurer-Kestner**, en employant la bombe calorimétrique, avec les méthodes récentes, à la détermination de la chaleur de combustion de la houille, a obtenu des chiffres inférieurs de 1 à 3 0/0 à ceux qu'il avait obtenus il y a vingt ans avec l'appareil de Favre et Silbermann. Il fait remarquer que cette correction n'infirme pas les conclusions qu'il avait posées relativement à la perte de chaleur par les chaudières à vapeur. — M. **Prud'homme** a étudié les divers oxydes métalliques employés en teinture comme mordants ; il montre que les nuances obtenues avec ces mordants sont en relation avec le poids atomique du métal et que les gammes de nuances répondent à la classification de Mendeleieff. — MM. **Berthelot** et **André** ont étudié la façon dont les terres végétales, soumises à des traitements variés par les alcalis et les acides, forment de l'ammoniaque ; des résultats complexes qu'ils ont obtenus, ils tirent des conclusions sur l'état dans lequel se présente l'azote de l'humus, et l'utilisation de cet humus par les plantes. — M. **Berthelot** a continué ses recherches sur les composés azotés volatils émis par la terre végétale. En opérant cette fois sur des sables argileux ou des argiles pauvres en azote, il a constaté encore une exhalaison notable de ces composés ; mais, à l'inverse de ce qu'avait donné une terre végétale vingt fois plus riche en azote, la proportion de l'azote organique, dans ces composés, l'emporte sur l'azote ammoniacal.

3° Sciences naturelles. — MM. **Vaillard** et **Vincent** présentent les conclusions d'un ensemble de recherches expérimentales sur le tétanos ; les accidents sont dus à la toxine sécrétée par le microbe et non à la pullulation du microbe dans l'organisme ; cette pullulation n'a pas lieu, car les tissus ou humeur de l'animal inoculé ne peuvent servir à transmettre l'infection ; le microbe spécifique ne peut se développer sur une plaie et de là empoisonner l'animal que s'il y est associé aux divers microbes vulgaires : ce fait, nouveau, explique comment la souillure des plaies par la terre ne produit que rarement le tétanos, malgré l'abondance du bacille de **Nicolaier**. — MM. **M. Arthus** et **C. Pagès** exposent une théorique chimique de la coagulation du sang, se basant sur ce fait, que le sang traité par les oxalates ou les fluorures alcalins en petite quantité ne se coagule pas. Ils considèrent que la formation de fibrine solide résulte de la combinaison d'une substance fibrinogène, sous l'influence d'un ferment, avec la chaux, qui serait la substance fibrinoplastique de Schmidt. — M. **H. Arnaud** pense que la propriété du sang qui disparaît par l'ablation du pancréas n'est pas la propriété de détruire le sucre, comme le veut M. Lépine, mais bien de tranformer ce sucre en glycogène. — M. **L. Roule** a étudié le développement des fibres musculaires chez le *Porcellio* (Crustacés) ; chaque faisceau primitif est formé par une cellule mésodermique autour du noyau de laquelle le dépôt de matière contractile se fait *symétriquement*. — M. **V. Willem** a observé les Gastéropodes pulmonés sous le rapport de la vision, les yeux de ces animaux sont extrêmement myopes ; leur tégument est sensible à la lumière. — M. **A. Mil-**

ne-Edwards signale les ravages que le froid de cet hiver a causés dans la Ménagerie du Muséum ; beaucoup de mammifères et d'oiseaux sont morts ; d'autres au contraire qui n'étaient pas mieux protégés, ont résisté parfaitement. Parmi ceux-ci, il y a diverses espèces de ruminants que leur résistance désigne pour l'acclimatation dans nos forêts ; des expériences sont commencées à ce point de vue. — M. **Emile Mer** a suivi sur diverses espèces de Conifères d'une station des Vosges les variations de la quantité d'amidon dans les feuilles. Les phases d'abondance ou de rareté sont multiples et ne peuvent pas s'expliquer toutes par les conditions extérieures ou les actes importants de la végétation, tels que la floraison. — M. **Dangeard** décrit une nouvelle bactériacée verte ; il présente diverses considérations sur les affinités de cette plante. — M. **A. Lacroix** expose les conclusions générales, tirées de ses études sur les enclaves des trachytes du Mont-Dore, relativement aux modifications subies suivant que l'enclave est de nature quartzeuse ou volcanique. — MM. **Ch. André** et **J. Raulin** ont étudié sur des parcelles de terrain constituées artificiellement l'influence de la nature du terrain sur la température du sol.

Mémoires présentés. — M. **L. Cormerois** adresse un Mémoire sur un nouveau système de ponts suspendus rigides. — M. **Dabancourt** adresse un Mémoire intitulé : Projet d'un hydromoteur aérien. — M. **P. Juillard** adresse une « Etude sur la circulation des éléments et la formation des Mondes. »

Séance du 2 février 1891

1° Sciences mathématiques. — M. **Mannheim** : Remarques sur le déplacement d'une figure de forme invariable dont tous les plans passent par des points fixes. — M. **H. Poincaré** : Sur le développement approché de la fonction perturbatrice. — M. **P. Tacchini** : Sur la distribution en latitude des phénomènes solaires observés à l'observatoire royal du Collège romain. — M. **Derrécagaix** offre à l'Académie, au nom du ministre de la guerre, un recueil des tables de logarithmes à huit décimales que le service géographique vient d'éditer ; ce recueil contient les logarithmes des fonctions circulaires dans le système de la division centésimale du quadrant et ceux des nombres entiers de 1 à 120,000 ; c'est un extrait vérifié des tables manuscrites à 14 décimales de Prony. — M. **Faye** présente à l'Académie les deux volumes de la *Connaissance des temps* et l'*Annuaire pour* 1891 que le Bureau des longitudes vient de publier ; il signale les documents nouveaux dont s'est enrichi ce recueil et les notices qui le terminent.

2° Sciences physiques. — M. **G. Lippmann** obtient l'image du spectre avec ses couleurs, image *fixée* et inaltérable, en se servant des procédés courants de la photographie actuelle, au moyen du dispositif suivant : la couche d'émulsion sensible, qui doit être d'une transparence parfaite, est mise en contact pendant l'exposition avec du mercure formant miroir ; la lumière réfléchie sur ce miroir interfère avec la lumière incidente et forme un système de franges dans l'épaisseur de la couche sensible ; à ces franges répondent après le développement et le fixage une série de dépôts d'argent dont l'intervalle est égal à une demi-longueur d'onde de la lumière incidente ; la couche d'émulsion est partagée par ces dépôts en lames minces qui ont précisément l'épaisseur nécessaire pour reproduire par réflexion la couleur incidente ; elles constituent un réseau en profondeur ; la pureté de la couleur est en raison du nombre des couches. — M. **Edm. Becquerel** fait remarquer que ce procédé de photographie en couleur est entièrement différent de celui qu'il a découvert en 1848 ; les images qu'il obtenait sont inaltérables, mais à la condition d'être conservées à l'obscurité. — M. **Ch. Antoine** indique la façon dont il faut modifier les coefficients dans les formules qu'il a données de l'équation caractéristique des gaz et des vapeurs, pour accorder ces formules avec les expériences récentes de M. Amagat aux pressions élevées. — M. **J. Léotard** remarque que la température moyenne de l'année 1890 ayant été à Marseille au-dessous de la normale, la moyenne du maxima a été au-dessus de la normale ; c'est aux basses températures nocturnes qu'il faut rapporter la faiblesse de la température générale. — M. **E. Grimaux** a étudié les dérivés oxyallylés de la diméthylaniline ; il a constaté que les réactions et les couleurs formées diffèrent notablement sous l'influence du groupement oxyalcoolique et suivant la position de ce groupement par rapport au groupe Az $(CH^3)^2$. — M. **C. Tanret** a isolé de la farine de seigle un hydrate de carbone du groupe des dextrines bien défini par ses propriétés physiques et chimiques ; il lui donne le nom de *Levasine*, à cause de son pouvoir rotatoire gauche ; il a retrouvé ce principe immédiat dans le blé et dans l'orge.

3° Sciences naturelles. — M. **Viault**, dans une précédente communication, avait signalé la richesse globulaire exceptionnelle du sang de l'homme et des animaux vivant sur les hauts plateaux du Pérou ; des analyses des gaz du sang faites sur place au moyen de la pompe à mercure montrent que la quantité d'oxygène contenu dans le sang n'est pas inférieure à la normale, et que par suite l'anoxhémie des basses pressions n'existe pas pour les animaux acclimatés ; M. Viault, d'après ses recherches sur la capacité respiratoire, conclut que c'est moins à l'augmentation de celle-ci qu'à la grande division de l'hémoglobine qu'il faut rapporter cette adaptation. — M. **Müntz** rappelle que P. Bert avait constaté l'augmentation de la capacité respiratoire du sang chez les herbivores vivant aux grandes altitudes ; lui-même vient de vérifier le fait sur des lapins établis depuis sept ans au Pic du Midi (2877 m.) ; la proportion de fer du sang est presque doublée par rapport aux lapins vivant dans la plaine ; un séjour de six mois suffit pour produire une augmentation du même genre, comme il l'a constaté sur les moutons transhumants ; il rappelle que d'ailleurs la richesse du sang en hémoglobine varie considérablement suivant les conditions de la nutrition générale. — M. **Giard** discute l'opinion de M. Pizon sur le bourgeonnement des larves d'*Astellium spongiforme* (C. R. 19 janv. 1891). Il montre que chez les Synascidies, comme d'ailleurs chez d'autres invertébrés d'embranchements divers, le processus embryologique est plus ou moins riche en phases suivant les conditions de la nutrition ; il propose le nom de *pacilogonie* pour cette particularité intéressante au point de vue de l'embryogénie comparée. — M. **H. Fischer** fait l'étude anatomique du Nudibranche qu'il a décrit sous le nom de *Corambe testudinaria* se basant sur cette étude, il discute la place du genre *Corambe* dans la classification. — M. **J. Kunckel d'Herculais** signale l'invasion de l'extrême sud algérien par le criquet pèlerin (*acridium peregrinum*) ; ces acridiens sont mangés par les indigènes. — M. **G. Raulin** a étudié comparativement la végétation du maïs et de la betterave dans des terrains constitués artificiellement au moyen d'éléments divers. — M. **H. Devaux** a constaté la présence de l'oxygène, dans une proportion voisine de la composition de l'air, au sein des tissus des végétaux les plus massifs, tubercules de pommes de terre, betteraves, potirons ; il en résulte que les cellules de ces tissus ont une vie parfaitement aérobie. — M. **E. Bastit** a étudié l'influence de l'état hygrométrique de l'air sur la position de la feuille des mousses ; il y a étalement par l'humidité, reploiement par le sec ; à la position étalée correspond une activité respiratoire et chlorophyllienne beaucoup plus intense. — M. **A. de Lapparent** examine la façon dont a pu se former l'argile à silex du bassin de Paris. — M. **F. A. Forel** décrit, d'après des observations récentes qu'il a faites sur le lac de Genève, le procédé suivant lequel l'agitation des vagues produit ces glaçons arrondis et bordés que les Anglais appellent glaçons-gâteaux. M. **J. Bertrand** lit une notice sur le général

Hañez, correspondant de la section de géographie et de navigation.

Mémoires présentés : **M. F. Ivison O'Neale** adresse une note relative à un procédé pour déterminer la présence du bisulfate de potasse ou de l'acide sulfurique libre dans les vins. — **M. H. Féron** adresse une note relative à un procédé pour empêcher les explosions de grisou. **M. P. Dignat** adresse une note intitulée : « Variations d'intensité qu'on peut observer dans un même courant galvanique d'intensité initiale donnée, et passant dans le corps vivant à travers les téguments. » — **M. E. Delaurier** adresse une note intitulée : « Les théories chimiques de Stahl et de Lavoisier. » **M. E. des Rieux** adresse de Villebourg (Algérie) une note relative aux désastres produits par les tremblements de terre du mois de janvier, dans ce village, et à Gouraya.

L. Lapicque.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 27 janvier 1891.

M. Olivier : Rapport sur un mémoire de M. Chaumier (de Tours), sur les tumeurs adénoïdes du pharynx nasal qu'il considère comme : héréditaires, pouvant apparaître avant l'âge de 7 ans et disparaissant vers 18 à 20; indépendantes de la scrofule, cause de troubles nerveux, asthmes, insomnies. M. Olivier n'admet pas sans conteste ces deux dernières propositions. — **M. Le Dentu,** rapporteur d'un travail de M. Para (de la Ferté-Alais), sur le traitement de l'endométrite par le curage et l'écouvillonnage, admet les propositions de l'auteur contre l'usage de la cautérisation au chlorure de zinc même employée prudemment et dans des cas spéciaux d'utérus très malades ou de femmes âgées, comme le soutient M. **Polaillon.** — Présentation par **M. Guéniot** d'un fœtus né à terme, mort à la suite d'extraction difficile par développement de l'abdomen causé par deux kystes du foie. Anomalies des doigts observées déjà chez d'autres enfants de la même mère. — **M. Brouardel** considère comme absolue la nécessité d'une loi sur la vaccination et la revaccination. Un vacciné a vingt six fois plus de chance d'échapper à la mort qu'un non vacciné. Les épidémies de variole donnent dans les pays où elles ont régné une immunité de 10 ans environ. La revaccination est donc nécessaire tous les 10 ans. La théorie de M. Le Fort relative à la liberté individuelle est insoutenable : l'intérêt général prime l'intérêt particulier.

Séance du 3 février 1891.

M. Le Dentu présente une pièce provenant d'un homme qui s'était tiré un coup de revolver à la tempe droite. D'après les symptômes, il avait localisé les lésions sur le pied de la deuxième circonvolution frontale gauche et même un peu sur la troisième. A l'autopsie le diagnostic a été confirmé. Si la trépanation avait eu lieu, le chirurgien serait arrivé à la bonne place. — **M. Routier** dans un cas d'ictère intense, avec vomissements incessants, état général très précaire à la suite de coliques hépatiques, a pratiqué la laparotomie exploratrice, ayant trouvé la vésicule non distendue, aucun calcul dans les canaux, par suite, n'ayant aucune indication à fistule, fermeture de l'abdomen. A partir de cette opération, cessation des vomissements, diminution de l'ictère, guérison. —**M. Léon Colin** rapporte que de 1883 à 1890, il n'y a eu dans l'année que 104 décès par variole. En 1888 on a pratiqué 308.540 vaccinations. Celles-ci, avec la vaccine animale et les précautions antiseptiques, n'offrent plus aucun danger. Son opinion est absolument conforme à celle des partisans de la vaccination et revaccination obligatoires, de la déclaration, de l'isolement et de la désinfection comme mesures prophylactiques de la variole.

Dr Ed. De Lavarenne.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 31 janvier 1891

M. Laveran présente des photographies d'hématozoaires du paludisme et d'hématozoaires du geai. — **M. Ch. Féré** obtient chez les épileptiques une tolérance exceptionnelle pour le bromure et le borax, en pratiquant chez ces malades l'antisepsie intestinale continue; il a fait par cette pratique disparaître de son service les éruptions bromiques et boriques. — **MM. Déjerine** et **A. Thuilant** font l'analyse d'un cas de syringomyélie suivi d'autopsie, dans lequel la sensibilité thermique était conservée au-dessous de 20° et abolie au-dessus de cette température. — MM. **Cadiot, Gilbert** et **Roger** rapportent un cas de tumeurs blanches produites chez un lapin par inoculation péritonéale du virus de la tuberculose aviaire; ce cas s'est présenté isolé dans la série. — **M. Malassez** décrit divers perfectionnements qu'il a introduits dans la construction des seringues dont il se sert dans les recherches bactériologiques; il s'est attaché surtout à obtenir un jaugeage exact et une grande facilité pour la stérilisation sans perdre la simplicité de construction et de maniement des appareils primitifs.

Séance du 7 février 1891

M. Galezowski a constaté dans un cas de paralysie agitante un rétrécissement du champ visuel très accusé dans trois directions du champ et laissant intact le côté externe. — **M. Viault :** Sur la quantité d'oxygène contenu dans le sang des animaux des hauts plateaux de l'Amérique du Sud. (V. C. R. 2 février 1891.) — **M. Laborde** a pu observer sur le dernier guillotiné, d'une façon très nette,un fait qu'il avait déjà plusieurs fois remarqué : la persistance de réflexes énergiques dans le tronc après la décollation, sans mouvements, respiratoires;on ne peut donc dire, lorsque les réflexes persistent ainsi, que c'est par suite de l'inhibition générale que les centres respiratoires supposés de la moelle cervicale n'exercent pas leur action. — **M. d'Arsonval** signale les services que peut rendre à la technique physiologique le procédé de platinage du verre de M. Cailletet. — **MM. Mairet** et **Bosc** ayant pu isoler la matière colorante de l'urine, ont constaté qu'une part considérable de la toxicité revient à cette matière colorante; ce serait elle en particulier qui ferait contracter la pupille. — **M. Thoyer** adresse une note sur la valeur digestive des divers acides.

L. Lapicque.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 février 1891.

M. le Secrétaire général lit une lettre où M. Desroziers fait remarquer qu'un appareil tout à fait semblable à l'ingénieux cyclostat de M. Thury décrit dans la dernière séance, a été proposé et construit, il y a déjà plusieurs années par M. Napoli. — **M. Le Chatelier** rend compte de ses recherches sur l'emploi des mesures de résistances électriques dans l'étude des transformations moléculaires du fer et de ses alliages. Il expose d'abord que les propriétés mécaniques des corps ne sont pas déterminées lorsque l'état chimique (composition, état moléculaire) et les tensions d'énergie (pression, température) sont définis; tous les corps sont formés d'agrégats de cristaux dont la forme, la dimension, l'orientation peuvent varier à l'infini, et ces changements de structure interne entraînent des variations considérables dans les propriétés mécaniques, il semble possible d'arriver à suivre ces changements de structure par l'étude d'une propriété physique du métal qui se prête à des mesures rigoureuses : la résistance électrique. M. Le Chatelier examine ensuite en détail et séparément les nombreux alliages qu'il a ainsi étudiés; les conclusions auxquelles il arrive sont d'accord avec les résultats précédemment obtenus par MM. Osmond, Pionchon, Hopkinson. Dans le cas de l'a-

cier, par exemple, les mesures de résistance permettent de reconnaître l'état du carbone dans le fer, et même de doser, en quelque sorte, la proportion transformée dans les aciers trempés. — M. **Cornu** explique à la Société la méthode par laquelle M. **Orto Wiener** démontre la perpendicularité des vibrations lumineuses au plan de polarisation. La *Revue* a déjà exposé ces remarquables recherches. — M. **Pellat** présente au nom de M. **Collot** fils, un appareil de projection lumineuse, applicable aux machines de précision, à l'effet d'obtenir des pesées rapides. La modification apportée à la balance consiste à déplacer le centre de gravité du fléau de façon à diminuer la sensibilité, et par suite, à obtenir une vitesse d'oscillation plus grande; par des procédés optiques on augmente, au contraire, l'amplitude des oscillations. Au lieu d'observer les oscillations au microscope, on les projette sur un écran divisé, formant cadran, dont la division est vue par transparence.

Lucien Poincaré.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séances du 23 *janvier et du* 4 *février* 1891.

M. **Zune** présente divers appareils destinés aux analyses industrielles; un appareil pour obtenir rapidement les extraits secs à basse température, un spectroscope servant en même temps de réfractomètre ; il propose de déterminer les indices de réfraction des corps gras en les dissolvant dans l'alcool méthylique. — MM. **Béhal** et **Choay** ont obtenu par l'action du brome sur le chloralimide deux isomères stéréochimiques du corps $C^4H^6Az^2H^4O$ dont ils étudient les dédoublements. — M. **Guillaume** a étudié les variations des thermomètres à mercure ; il indique une nouvelle méthode permettant d'effectuer exactement les corrections dues à la colonne émergente par l'emploi d'une colonne auxiliaire. — M. **Villiers** appelle l'attention sur le procédé de recherche de l'acide sulfurique dans les vins adopté au ministère de la justice, et montre que ce procédé fournit des résultats inexacts. — M. **Lindet** montre que, pendant la fermentation d'un moût sucré, les alcools supérieurs se produisent après l'alcool ordinaire et sont dus à la présence de ferments étrangers. — M. **Horsin-Déon** présente une théorie de *triple effet* qui lui permet de calculer les dimensions à donner à ces appareils. Il montre que la présence de l'acide carbonique dans la vapeur d'eau diminue le pouvoir condensant d'un appareil de chauffage à la vapeur. L'acide carbonique doit donc être éliminé par les procédés qu'il détaille. M. Hanriot.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 7 *janvier* 1891

M. **d'Ocagne** : Sur la liaison entre les expressions du rayon de courbure en coordonnées ponctuelles (cartésiennes ou parallèles) et en coordonnées tangentielles (pluckériennes ou parallèles). — M. **Vicaire** : Sur les oscillations troublées d'un système matériel autour d'une position d'équilibre. Application à l'explication d'un phénomène qui s'observe dans le mouvement des locomotives.

Séance du 21 *janvier* 1891

M. **Humbert** : Détermination du nombre des systèmes de surfaces algébriques d'un ordre donné qui sont inscrites dans la surface de Kummer.

Séance du 4 *février* 1891

M. **Laisant** : Sur l'extension de la géométrie cartésienne aux figures imaginaires, au moyen de la méthode des équipollences. — M. **Béghin** : Démonstration arithmétique de l'impossibilité d'une fonction d'une seule variable à plus de deux périodes. — M. **d'Ocagne** : Sur une détermination particulière du centre de courbure des lignes planes. Application aux courbes algébriques d'ordre quelconque. Propriété générale de celles-ci. Maurice d'Ocagne.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 22 *janvier* 1891

Sciences physiques. — M. **H. Wilde** fait une communication sur la distribution asymétrique du magnétisme terrestre. Dans un précédent mémoire sur « les causes des phénomènes de magnétisme terrestre », il avait montré qu'en couvrant sur un globe terrestre tout l'espace occupé par la mer, d'une feuille de fer mince où l'on a grossièrement découpé les contours des continents, on obtient un ensemble de lignes qui coïncide presque exactement avec les lignes asymétriques de déclinaison, déterminées par l'observation. On voit par là que la distribution irrégulière des continents et des mers à la surface de la terre est la cause principale de la distribution asymétrique du magnétisme terrestre. Les observations faites récemment sur la température des mers profondes ont mis en lumière ce fait important, qu'aux grandes profondeurs, la température du fond de l'océan est très voisine du point de congélation de l'eau. Certaines anomalies, relevées dans les observations faites avec le pendule pour déterminer la forme de la terre et la densité de son écorce dans les régions continentales et dans les régions océaniques, ont conduit M. Faye et d'autres géologues à la conclusion que les oscillations positives et négatives du pendule, constatées respectivement sur les terres et les mers, à des latitudes comparables, ne peuvent s'expliquer que par une plus grande épaisseur de l'écorce terrestre sous la mer. La proportion considérable de fer qui entre dans la composition de l'écorce terrestre a été bien établie par l'analyse des matières éruptives volcaniques de toutes les parties du globe. On sait aussi que les propriétés magnétiques du fer s'accroissent considérablement à mesure que la température s'abaisse, et décroissent rapidement aux hautes températures. L'auteur montre que la basse température du fond de l'océan et l'épaisseur de la couche ferrugineuse qu'il recouvre constituent les conditions précises qui sont requises pour produire dans les éléments magnétiques les différences que l'on peut mettre en évidence sur un globe terrestre dont toutes les mers sont recouvertes d'une feuille de fer. — M. **Thomas Andrews** fait une communication sur l'état passif du fer et de l'acier. La première partie de ce travail a paru dans les Proc. de la Soc. Roy. vol. 48, p. 116; l'auteur avait montré l'influence exercée par l'aimantation sur l'état passif du fer et de l'acier. Il a recherché depuis lors quel était l'effet de la température et de quelques autres conditions sur la passivité de ces métaux, traités par l'acide nitrique concentré. Les expériences ont montré que le fer forgé est moins passif dans l'acide chaud que l'acier doux (densité, 1,42); des observations sur l'influence exercée par l'acide nitrique à différentes concentrations montrent que le fer forgé est moins passif dans l'acide nitrique faible (densité 1,50) que la plupart des aciers essayés. L'acier Bessemer doux est, d'après les expériences, de passivité égale à celle du fer forgé.

Séance du 29 *janvier* 1891.

Le professeur **Georges Darwin** a fait la « Bakerian Lecture » sur la prédiction des marées. Il y a 50 ans, Whewell avait choisi le même sujet. On ne savait pas alors cependant que les marées de l'Atlantique septentrional, que nous observons, par exemple, en Europe, sont si anormales, qu'elles ne présentent presque aucune variation diurne. Cette anomalie rend suffisante une table où sont calculées les variations moyennes de quinzaine de hauteur et d'intervalle après le passage de la lune, augmentée de tables de correction pour la déclinaison et la parallaxe des corps perturbateurs. Mais, lorsqu'il y a une variation diurne considérable, comme c'est d'ordinaire le cas dans d'autres mers, les hauteurs et les intervalles sont très différents après les passages inférieur et supérieur de la lune : les deux moitiés de chaque lunaison diffèrent

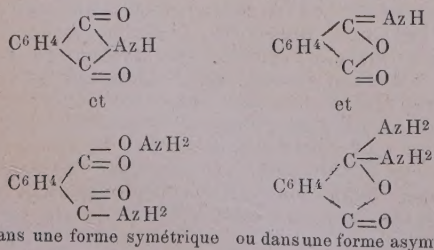
beaucoup dans leurs caractères, et la saison de l'année a une grande influence. Aussi de simples tables, comme celles dont on peut se servir en l'absence de marée diurne, ne sont-elles, dans ce cas, d'aucun usage. Il n'y a pas de méthode arithmétique actuellement en usage, qui permette de construire une table spéciale de marées sans beaucoup de travail et de frais. La machine à calculer les marées, inventée par sir William Thomson en 1872, et employée par le gouvernement indien, permet de réduire beaucoup les frais de calcul, parce qu'elle fournit une courbe qui représente toutes les marées de n'importe quel port pour tous les jours de l'année, en quatre heures environ, mais l'instrument coûte fort cher et la publication des données fournies par les courbes atteint un prix si élevé qu'on ne peut s'en servir, ou tout au moins qu'on ne s'en sert pas pour les ports peu fréquentés. Aussi le professeur Darwin a-t-il imaginé une table générale des marées, applicable à tous les temps, à l'aide de laquelle quiconque a une connaissance élémentaire de l'*Almanach Nautique*, peut, en quelques minutes, calculer deux ou trois marées pour un jour donné. Ces tables sont faites de telle sorte qu'on peut aussi construire une table spéciale de marée pour n'importe quelle année, avec relativement peu de peine. Pour vérifier l'exactitude de la méthode, on a fait quelques comparaisons entre les temps et les hauteurs obtenus ainsi, ceux qu'avait fournis la machine sus-mentionnée et les marées réellement observées pendant certaines années déterminées. Les comparaisons ont montré, qu'avec des valeurs exactes pour les constantes des marées, les tables permettent de formuler d'excellentes prédictions, plus exactes même que les besoins de la navigation ne l'exigent. Richard A. Gregory.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 31 janvier 1891.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Schoute** et **Bierens de Haan**, nommés rapporteurs sur un mémoire de **M. J. C. Kluyver** présenté dans la séance précédente du 28 décembre 1890, donnent un aperçu de ce travail intitulé : *Sur les tangentes d'inflexions d'une courbe* R^4_1 (*courbe biquadratique gauche de première espèce*). Ce mémoire contient des résultats nouveaux d'une haute importance déduits à l'aide des fonctions elliptiques $\wp u$ et σu de M. Weierstrass. Il sera publié par l'Académie. — **M. J. de Vries** : *Les involutions dans le plan complexe.*

2° Sciences physiques. — **M. Lorentz** s'occupe de la théorie du mouvement de l'électricité donnée par M. Maxwell et développée par MM. Heaviside et Hertz. D'après quelques phénomènes bien connus, par exemple, l'expérience faite par M. Fizeau du rayon de lumière tombant sur l'eau en mouvement, il suppose que l'éther est entraîné par le mouvement de la matière pondérable, ce qui le mène à une extension des équations obtenues par M. Hertz. (*Annalen der Physik und Chemie* de G. Wiedemann, t. XLI, p. 369). — **M. Hoogewerff** communique les résultats de recherches faites par lui-même et par **M. van Dorp** *sur l'influence des sels d'acide hypochlorique et hypobromique sur les imides.* Les imides dont il s'agit sont la phtalimide et la phtaldiamide, dont les formules synthétiques sont :



Dans une forme symétrique ou dans une forme asymétrique

Il décrit la déduction de l'acide anthranilique de la phtaldiamide en partant de la formule asymétrique, présente plusieurs nouveaux sels de cuivre et de chaux de cet acide et montre comment l'acide anthranilique qu'il compare à l'acide salycilique, mène à la préparation synthétique de l'indigo. Enfin, il déduit l'orthophénylènediamide et l'acide orthoamidobenzoïque de la phtaldiamide. Schoute,

Membre de l'Académie.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 23 janvier 1891.

M. Börnstein a examiné les observations barométriques faites aux stations météorologiques de Berlin, de Hambourg et de Vienne pour voir si la position de la lune a une influence sur la pression de l'atmosphère, surtout s'il est possible de constater un phénomène analogue à la marée de la mer. Le résultat de son travail est qu'un tel phénomène n'existe pas et que les observations de quelques stations littorales qui le constataient sont douteuses à cause de l'influence de la marée sur l'atmosphère. — **M. Kreichgauer** a fait des pesées très exactes pour décider la question de savoir si par une combinaison chimique le poids des substances mises en réaction change ou non. Il a suspendu au fléau de sa balance deux flacons fermés hermétiquement qui contenaient du mercure, et dans un petit vase soudé à la lampe, du brome. Le volume des deux flacons était le même. Dans l'un des deux flacons on fit réagir le brome chimiquement sur le mercure en cassant par secousses légères le petit vase rempli de brome. La différence de poids des deux flacons était :

	I	II
avant la réaction	9.310	9.344
après la réaction	9.313	9.336

Le poids ne change donc pas.

Séance du 6 février 1891.

MM. Arons et Rubens se sont occupés de la détermination de la vitesse des ondes électriques dans des liquides diélectriques. Pour leurs mesures ils se servent de deux quadrilatères en fil de cuivre parallèles entre eux, dont les côtés représentent une longueur d'à peu près six mètres et dont le côté inférieur a une interruption. Chacun de ces deux quadrilatères est en contact à l'aide d'un fil métallique avec l'un des pôles du conducteur primaire. L'énergie des vibrations électriques dans les côtés de deux quadrilatères est mesurée à l'aide du bolomètre. Cet arrangement a l'avantage que les ondes électriques se propagent exclusivement dans l'espace compris entre les deux quadrilatères, de sorte que les observations sont indépendantes de l'influence du conducteur extérieur. Chaque quadrilatère représente une onde entière comme on l'a prouvé à l'aide du bolomètre. Si le contact qui mène au conducteur primaire se trouve exactement vis-à-vis de l'interruption du côté inférieur, on y observe un minimum d'énergie : c'est le point que M. Hertz a nommé le point d'interférence ; la position change dès que la symétrie du système est altérée soit par des conducteurs soit par des capacités qu'on intercale. Les auteurs prouvèrent d'abord qu'à l'aide des déplacements du point d'interférence on est en état de mesurer la vitesse des ondes dans l'air et dans les liquides diélectriques qui baignent les fils. Le rapport de ces deux vitesses donne la réfrangibilité des ondes électriques. Les valeurs qu'on a trouvées de cette sorte se rapprochent beaucoup de la racine carrée de la constante diélectrique des liquides mesurée par M. Hopkins et par MM. Cohn et Arons. Voici les valeurs :

	$\sqrt{\mu}$	u
Huile de ricin	2.19	2.05
Huile d'olives	1.78	1.71
Xylol	1.53	1.50
Pétrole	1.45	1.50

La célèbre proposition de Maxwell est donc confirmée avec une approximation tout à fait satisfaisante.

Dr Hans Jahn.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 22 janvier 1891.

Sciences physiques. — M. **Fr. Emich** présente deux mémoires de chimie : 1° sur la biguanide; 2° note sur la guanidine. Le travail sur la biguanide renferme dans la première partie l'indication que ce corps forme par l'ébullition avec une solution de baryte de la guanidine et de l'urée; on a par exemple :

Phénylbiguanide
$C^6H^5HAz-CAzH-AzH-CAzH-AzH^2$

Guanidine + Urée
$AzH^2-CAzH-AzH^2 + AzH^2-CO-AzH^2$

+ Phénylguanidine + Phénylurée
$C^6H^5-AzH-CAzH-AzH^2 \quad C^6H^5HAz-CO-AzH^2$

Dans la seconde partie l'auteur montre que la réaction de Herth produite jusqu'à présent avec les monamines primaires seulement (production d'ammoniaque et de dicyandiamide dans la formation de biguanide) a lieu tout aussi bien avec les bases secondaires (diéthyl et diphénylamine). Ces remarques auxquelles cette réaction conduit prouvent que la formule donnée par Bamberger pour la phénylbiguanide et qui vient d'être écrite est bien la véritable. L'auteur décrit enfin quelques sels de diéthyl et diphénylbiguanide.

Dans le second mémoire on remarque les observations suivantes : 1° le picrate de guanidine forme un précipité jaune difficilement soluble qui peut servir à reconnaître et à doser cette base. Les cristaux de picrate de guanidine sont d'un aspect très caractéristique surtout après que l'on a repris par l'eau chaude. 2° Dans l'action de la guanidine sur une solution froide en excès d'hypobromite de sodium, les deux tiers de l'azote contenu dans la guanidine sont mis en liberté; la réaction est probablement la suivante :

$$AzH^2-CAzH-AzH^2+3O=Az^2+2H^2O+COAzH$$

On ne peut pas faire fermenter la guanidine, elle constitue un antiseptique faible.

Emile Weyr,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séance du 1er février 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. **Tacchini** s'occupe de la distribution en latitude des phénomènes solaires observés à l'Observatoire du Collège romain en 1890. Des tableaux relatifs à chaque trimestre donnent la fréquence des protubérances, des facules, des taches et des éruptions. En examinant ces tables, on arrive à la la conclusion qu'en 1890 les protubérances furent, comme en 1889, plus abondantes dans l'hémisphère austral, et que la zone de la plus grande fréquence se trouve comprise entre — 40° et — 50°, tandis que pour les facules et les taches, la fréquence fut plus grande au nord. Les protubérances se montrèrent à des latitudes élevées, où l'on n'observe jamais ni facules, ni taches, ni éruptions, toujours rares à l'équateur. Les éruptions, en petit nombre, restèrent dans la région des taches.

2° Sciences physiques. — Dans une autre note, M. **Tacchini** s'occupe encore de l'influence du vent sur les séismographes enregistreurs. Avec l'appareil à enregistrement photographique et continu, modifié par M. Agamennone, on a obtenu des tracés dont l'amplitude se montre en relation avec la vitesse du vent. Comme la tour du Collège romain est très solide et peu élevée, on doit admettre que le vent peut exercer son action sur des édifices plus petits et, en conséquence, sur les modernes appareils enregistreurs dont on mesure, à l'aide du microscope, les plus petites oscillations. Pour trancher cette question, M. Tacchini se propose de faire exécuter dans les principaux Observatoires géodynamiques, des observations continues avec l'appareil de M. Agamennone, qui présente une très grande sensibilité. — M. Tacchini entretient l'Académie du froid du mois de janvier à Rome, et il montre que le froid a été, pour le même mois, plus rigoureux en 1880. — MM. **Oddone** et **Sella** développent, dans une deuxième note, des observations et des considérations sur les roches magnétiques. Ils arrivent à la conclusion que, dans ces roches, le magnétisme ne présente pas une distribution en relation avec l'influence de la terre, ou qui conduise à penser que ces roches ont subi auparavant cette action, et qu'après, elles ont changé de place. La distribution du magnétisme dans les roches est très compliquée, très variable, et n'obéit à aucune loi. Les auteurs donnent les résultats de leurs recherches; ils observent que lorsqu'on veut faire la détermination des constantes du magnétisme terrestre, il est nécessaire de répéter les mesures sur une grande aire pour éviter les actions perturbatrices locales. Il faut encore abandonner les sommets rocheux, qui probablement ont été frappés par la foudre, et les terrains d'origine erratique ou alluvionale. — M. **Del Lungo** adresse un travail sur la pression et sur le volume spécifique des vapeurs saturées, et il fait une analyse des formules de Dupré, Regnault, Bertrand et Zeuner.

3° Sciences naturelles. — M. **Gartini** a trouvé dans les muscles du *Palæmonetes varians*, vivant en grand nombre dans les eaux du Mincio près de Vérone, une espèce de Sarcoporides, qui présente une grande analogie avec celle que M. Henneguy a découvert dans les muscles du *Palæmon rectirostris*. Les Sarcoporides ont la forme d'un kyste, allongé comme un fuseau, et ils contiennent huit corpuscules. M. Gartini donne des détails sur l'état des fibres musculaires que contiennent ces parasites; il est d'avis que les fibres n'éprouvent aucune altération et que, à cause des inclusions, la substance musculaire est seulement étirée. En observant avec attention les sections exécutées sur des groupes de Sarcoporides, on voit qu'ils présentent des différences, ce qui pourra servir à étudier la reproduction de ces parasites. Les Sarcoporides ne sont donc pas restreints aux mammifères seulement, comme on croyait jusqu'ici, mais il n'y a aucun caractère bien défini pour les réunir avec les Myxosporides.

Ernesto Mancini.

CHRONIQUE

LES RÉCENTES EXPÉRIENCES SUR LES PLAQUES DE BLINDAGE

Lorsque, en 1854, on construisit les premières batteries flottantes revêtues de cuirasses en fer de 11 centimètres et que Dupuy de Lôme créa la *Gloire*, on ne se doutait point alors de l'importance que prendrait plus tard le cuirassement à terre dans les forteresses, sous forme de réduits, de casemates protégées par des revêtements métalliques, de tourelles cuirassées : la construction des coupoles va de pair avec l'établissement des blindages de navires épais de 45 centimètres et pesant près de 4000 tonnes. L'emploi des cuirassements se généralisant ainsi, les études se poursuivent plus acharnées sur les différents métaux à employer. Avant 1869, le fer seul était utilisé : M. Schneider donna alors l'exemple de l'emploi de l'acier. Bientôt on a créé le métal *mixte* ou *compound*, suivant le mot anglais, formé d'un sommier en fer assurant l'homogénéité, sur lequel on soude une couche d'acier très dur pour amener la rupture des projectiles; on a multiplié les types, obtenant le métal doux, demi-dur ou dur : en marine notamment, où l'on doit particulièrement craindre les fentes entraînant les voies d'eau, on doit réserver les métaux malléables, du

moins dans les œuvres vives ou immergées. Enfin nous pouvons citer un nouveau métal, le *métal Schneider*, en acier fondu de qualité spéciale, offrant une résistance homogène.

En ces matières notre industrie semble présenter une supériorité assurée. Il y a deux années, des expériences concluantes ont été faites en Roumanie ; plus récemment la Belgique, désirant semer de forts cuirassés le cours de la Meuse, tout en commandant les ouvrages à l'usine Cockerill de Seraing, a spécifié que le métal serait fourni par l'industrie française. Un autre exemple se présente.

Dans les premiers jours du mois d'octobre, ont eu lieu à Annapolis (Maryland) des épreuves de tir sur plaques de blindages d'origine européenne, pour décider quelles sont les meilleures plaques destinées à la protection des navires de guerre. On se servait, pour les épreuves, d'un canon rayé construit spécialement dans ce but à Washington ; c'est une bouche à feu de 6 pouces (150 mm.) longue de 17 1/2 pieds (ou 5 m. 334) ; ses dimensions respectives assurent au projectile une forte vitesse initiale de 2075 pieds (environ 633 m.) à la seconde, avec une charge de 44 1/4 livres, environ 20 kilogs de poudre ; le projectile était de 100 livres (à peu près 45 1/3 kilogrammes), en acier forgé avec pointe en acier chromé, long de 17 pouces (432 mm) et de la fabrication de MM. Holtzer et Cie, de France.

Beaucoup d'officiers des armées de terre et de mer, ainsi que le secrétaire du ministre au département de la marine, assistaient à l'expérience. Trois plaques de même épaisseur ont été essayées, dont 2 en acier Schneider (l'une contenant une petite proportion de nickel) et un compound Cammell. Sur chacune des trois plaques éprouvées, on a tiré 4 obus. La plaque mixte Cammell, au premier choc, a été brisée en fragments qui ont volé dans toutes les directions. Au contraire les plaques françaises ont résisté avec succès aux projectiles.

On a complété l'essai par une seconde expérience : cette fois, avec un canon de 8 pouces (200 mm.) et projectile de 210 livres (environ 95 kilogs), en acier forgé et chromé de Firminy. On a tiré, au centre de chaque plaque, un de ces obus, doué d'une vitesse de 564 mètres au choc. La première plaque Schneider fut tout juste pénétrée par le projectile, qui se brisa en trois morceaux, en produisant quelques fentes légères. Pour la seconde plaque (celle qui contenait du nickel) la pénétration fut à peu près la même ; mais le projectile se brisa en menus morceaux, sans produire aucune fente. Quant à la plaque mixte anglaise, elle fut entièrement perforée, ainsi que le matelas qui la supportait ; la couverte d'acier était tombée et le projectile était demeuré entier.

En somme, en l'état, deux métaux sont en présence, le *compound* et le *Schneider*. Les essais obtenus en mainte occasion sur ce dernier paraissent supérieurs à ceux qu'on a pu obtenir sur le compound, principalement au point de vue de la pénétration ; et c'est ce qui est le plus important peut-être, si l'on songe qu'actuellement l'artillerie cherche la fusée retardatrice. Avec cette fusée, le projectile pénétrerait le blindage et n'éclaterait qu'après pénétration ! Si la plaque ne résiste point et se trouve traversée, quels ravages le projectile ne pourra-t-il pas alors exercer derrière les cuirassements, que ce soient des tourelles de navires ou de forts. D'ailleurs le métal Schneider semble présenter double qualité : homogénéité et difficile pénétration.

D. Bellet.

NOUVELLES

LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS

La séance de l'Académie des Sciences du lundi 2 février 1891 a été marquée par un fait considérable dans l'histoire de la science : M. Lippmann a annoncé à l'Assemblée qu'il venait de découvrir le moyen de fixer sur une plaque photographique toutes les couleurs du spectre. Voici le principe remarquablement ingénieux sur lequel s'est appuyé l'éminent physicien :

Considérons un miroir parfait, dont la face réfléchissante soit recouverte d'une couche sensible *continue et exempte de grains*, ou tout au moins dont les grains, s'ils existent, aient des dimensions négligeables vis-à-vis de la longueur d'onde de la lumière : une couche de collodion et d'albumine, servant de *support* à la matière sensible, remplit parfaitement ces conditions.

L'onde réfléchie va interférer avec l'onde incidente, et produire, dans l'épaisseur même de la couche impressionnable, une succession de plans nodaux et ventraux, les uns brillants, les autres obscurs, séparés par un intervalle égal à $\frac{\lambda}{2}$. Sur les plans brillants, se déposera une couche d'argent réduit, qui, une fois l'impression fixée par les procédés de fixage usités en photographie, constituera un plan réfléchissant, distant du plan voisin d'un intervalle égal à $\frac{\lambda}{2}$. Cet intervalle variera naturellement avec la nature de la lumière incidente.

Dans l'épaisseur même de la couche photographique, il y aura donc des plans équidistants de $\frac{\lambda}{2}$, ou, si l'on veut, des lames minces d'une épaisseur de $\frac{\lambda}{2}$, condition précisément nécessaire pour donner la frange de la couleur correspondante, de sorte qu'en regardant l'image par réflexion, on devra avoir l'impression de la couleur correspondante.

L'expérience a réalisé complètement les prévisions de M. Lippmann, qui a, du reste, présenté à l'Académie des Sciences des photographies de spectres solaires avec toutes leurs couleurs. Par transparence on voit le spectre complémentaire.

Tels sont les points principaux de la communication de M. Lippmann. Cette découverte donne la solution définitive, parce qu'elle est rigoureusement scientifique, du fameux problème de la photographie des couleurs, si longtemps et si vainement cherché par des procédés empiriques. Seebeck en 1810, Herschell en 1841, M. Ed. Becquerel en 1848, Nièpce de Saint-Victor en 1851, Poitevin en 1865, ont fait dans ce sens des tentatives plus ou moins approchées ; les épreuves de Poitevin sont sur papier, et ne reproduisent, d'une façon instable d'ailleurs, que les couleurs voisines du rouge. M. Becquerel a bien, à la vérité, obtenu sur une couche de sous-chlorure d'argent violet recouvrant une lame de plaqué d'argent un spectre complet ; mais cette image n'est pas fixable, et disparaît par l'exposition à la lumière.

Il est facile d'expliquer l'instabilité de l'impression dans l'expérience de M. Ed. Becquerel : les plans d'interférence se produisent bien, comme dans l'expérience de M. Lippmann ; seulement, au lieu de se produire dans la masse de la gélatine ou du collodion, formant une *charpente* destinée à les supporter, ils se produisent dans la substance sensible même : si donc on traite la plaque par un fixatif qui détruit les couches intermédiaires non efficaces, les plans réfléchissants s'effondrent les uns sur les autres, les franges des lames minces ne se produisent plus, et tout disparaît.

Alphonse Berget, Docteur ès sciences.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier

Paris.—Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.